

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение  
высшего образования  
«СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Инженерно-строительный институт

Строительные конструкции и управляемые системы  
кафедра

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой

С.В. Деордиев

подпись инициалы, фамилия

« 24 » 06 2017 г.

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

в виде проекта  
проекта, работы

08.03.01 «Строительство»

код, наименование направления

Торговля и логистика в Свердловском  
тема

районе г. Красноярск

Руководитель

Тетухов 27.06.17 доцент, к.т.н.  
подпись, дата должность, ученая степень

И.А. Тетухов  
инициалы, фамилия

Выпускник

А.С. Козменко 27.06.17  
подпись, дата

А.С. Козменко  
инициалы, фамилия

Красноярск 2017



Продолжение титульного листа БР по теме интермаркет

"Лекта" в Свердловском районе г. Красноярск

Консультанты по  
разделам:

архитектурно-строительный  
наименование раздела

26.05.17  
подпись, дата

И.А. Долматов  
инициалы, фамилия

расчетно-конструктивный

Тетухов 24.06.17  
подпись, дата

И.А. Тетухов  
инициалы, фамилия

фундаменты

подпись, дата

И.Ю. Семенов  
инициалы, фамилия

технология строит. производства

Ступ 21.06.17  
подпись, дата

С.Ю. Петрова  
инициалы, фамилия

организация строит. производства

Ступ 21.06.17  
подпись, дата

С.Ю. Петрова  
инициалы, фамилия

экономика строительства

Ступ 20.06.17  
подпись, дата

В.А. Пухов  
инициалы, фамилия

Нормоконтролер

Тетухов 24.06.17  
подпись, дата

И.А. Тетухов  
инициалы, фамилия



## СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	9
1 Архитектурно-строительный раздел .....	11
1.1 Эксплуатационные характеристики здания .....	11
1.2 Климатические характеристики района строительства .....	11
1.3 Объемно-планировочные решения здания.....	11
1.4 Фасады.....	12
1.5 Элементы для заполнения проемов .....	13
1.7 Внутренняя отделка .....	14
1.8 Наружная отделка .....	14
1.9 Потолки .....	14
1.10 Композиционные приемы при оформлении фасадов и интерьеров .....	15
1.11 Защита помещений от шума и вибраций.....	15
1.12 Теплотехнический расчет .....	15
2 Расчетно-конструктивный раздел .....	17
2.1 Конструктивная схема каркаса .....	17
2.2 Расчет прогона пролетом 6 м.....	18
2.2.1 Исходные данные для расчета прогона .....	18
2.2.2 Нагрузки действующие на прогон .....	18
2.3 Расчет и конструирование стропильной фермы пролетом 36 м.....	25
2.3.1 Исходные данные для расчета стропильной фермы .....	25
2.3.2 Определение нагрузок, действующих на стропильную ферму .....	25
2.3.3 Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы .....	27
2.3.4 Расчет бесфасоночного узла фермы из замкнутых гнутосварных профилей .....	28
2.4 Проектирование столбчатого фундамента.....	34
2.4.1 Исходные данные.....	34
2.4.2 Определение глубины заложения фундамента.....	36
2.4.3 Определение размеров подошвы фундамента и расчетного сопротивления грунта основания .....	36
2.4.4 Приведение нагрузок к подошве фундамента .....	38
2.4.5 Проверка условий расчета основания по деформациям .....	38
2.4.6 Конструирование столбчатого фундамента .....	40
2.4.7 Расчет плитной части фундамента на продавливание .....	40
2.4.8 Подбор сечения арматуры столбчатого фундамента .....	41

					БР-08.03.01.00.01 ПЗ				
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					
Разработал		Козленко А.С.			Гипермаркет «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск	Стадия	Лист	Листов	
Руководитель		Петухова И.Я.				Кафедра СКиУС			
Н. Контр.		Петухова И.Я.							
Зав.кафедр.		Деордиев С.В.							

2.5 Проектирование свайного фундамента .....	43
2.5.1 Назначение вида свай и ее параметров.....	43
2.5.2 Определение несущей способности забивной сваи .....	43
2.5.3 Определение количества свай в фундаменте и эскизное конструирование ростверка .....	45
2.5.4 Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания .....	46
2.5.5 Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа.....	47
2.5.6 Конструирование свайного фундамента .....	48
2.6 Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого и свайного фундаментов.....	51
3 Технология строительного производства.....	54
3.1 Технологическая карта на монтаж ограждающих конструкций....	54
3.1.1 Область применения.....	54
3.1.2 Общие положения .....	54
3.1.3 Организация и технология выполнения работ .....	54
3.1.4 Выбор монтажного крана для монтажа стеновых сэндвич-панелей.....	61
3.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах.....	63
4 Организация строительного производства.....	65
4.1 Область применения строительного генерального плана .....	65
4.2 Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов .....	65
4.3 Привязка монтажного крана к строящемуся зданию .....	70
4.4 Определение зоны действия монтажного крана.....	71
4.5 Проектирование временных дорог и проездов .....	73
4.6 Проектирование складского хозяйства.....	73
4.7 Проектирование бытового городка.....	74
4.8 Электроснабжение строительной площадки.....	75
4.9 Временное водоснабжение .....	76
4.10 Мероприятия по охране труда и технике безопасности .....	78
4.11 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов .....	80
4.12 Расчет технико-экономических показателей строительного генерального плана .....	88
5 Экономика строительства .....	82
5.1 Составление локального сметного расчета на отдельный вид общестроительных работ.....	82
5.2 Основные технико-экономические показатели гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск .....	84
Заключение .....	86
Список использованных источников .....	87
Приложение А Спецификация элементов заполнения проемов.....	91
Приложение Б Теплотехнический расчет стены .....	94
Приложение В Теплотехнический расчет покрытия.....	97



Приложение Г Результаты расчета стропильной фермы в ПК SCAD	100
Приложение Д Результат подбора сечений в ПК SCAD .....	102
Приложение Е Локальный сметный расчет на монтаж ограждающих конструкций .....	125



## ВВЕДЕНИЕ

«Лента» – первая по размеру торговых площадей сеть гипермаркетов в России и пятая среди крупнейших розничных сетей страны (по размеру выручки за 2015 г.). Компания была основана в 1993 году в Санкт-Петербурге. «Лента» управляет 190 гипермаркетами в 77 городах по всей России и 50 супермаркетами в Москве, Санкт-Петербурге и Центральном регионе с общей торговой площадью 1 146 542 кв. м. Средняя торговая площадь одного гипермаркета «Лента» составляет около 5 800 кв.м. Средняя торговая площадь одного супермаркета «Лента» составляет 1 000 кв.м.

Компания развивает несколько форматов гипермаркетов с низкими ценами, которые отличаются маркетинговой и ценовой политикой, а также ассортиментом товаров местных производителей. По состоянию на 30 июня 2016 г. штат Компании составлял 34 134 человек.

Менеджмент Компании сочетает значительный международный опыт с глубоким знанием российского рынка и обширным опытом работы в России. Крупнейшими акционерами «Ленты» являются TPG Capital и Европейский банк реконструкции и развития, которые придерживаются высоких стандартов корпоративного управления. «Лента» имеет листинг на Лондонской фондовой бирже и Московской Бирже под торговым кодом «LNTA».

Необходимость строительства гипермаркета Лента в Свердловском районе заключается по большей мере в отсутствии крупных торговых точек, и недостатке супермаркетов в этом районе. В связи с вводом в эксплуатацию 4-го моста, который позволит жителям Свердловского района добираться в центр города не более чем за 10 минут, популярность этого района для строительства жилых домов возросла, и уже идет строительство нескольких новых жилых комплексов в этом районе. Исходя из вышесказанного, целесообразность строительства подобного гипермаркета не оставляет сомнений.



## **Архитектурно-строительный раздел**



## **1 Архитектурно-строительный раздел**

В данном дипломном проекте разрабатывается одноэтажное каркасное здание с антресолями. Место расположения объекта – ул. Свердловская 73, в Свердловском районе, г. Красноярск, Красноярского края.

Назначение и область применения – здание торгового назначения, розничная торговля.

### **1.1 Эксплуатационные характеристики здания**

- Сейсмичность района строительства до 6 баллов.
- Степень агрессивности воздействия окружающей среды неагрессивная.
- Степень огнестойкости конструкции - II.
- Уровень ответственности здания - II (коэффициент надежности по ответственности 0,95).

### **1.2 Климатические характеристики района строительства**

- площадка строительства г. Красноярск
- нормативный вес снегового покрова для IV района - 168 кгс/м;
- нормативное ветровое давление для III района - 38 кгс/м;
- расчетная отрицательная температура наружного воздуха наиболее холодной пятидневки - 40°C

### **1.3 Объемно-планировочное решение здания**

Здание одноэтажное, многопролетное, прямоугольное в плане, с встроенным двухэтажным блоком в осях 1-9, Р-III. Внутренняя структура здания характеризуется чётким функциональным делением исходя из особенностей и требований технологического процесса и создания максимальных удобств для посетителей, обслуживающего персонала и сотрудников торгового центра.

Здание делится на основные функциональные зоны:

- зона главного входа с входной группой, предкассовой зоной (галерея молла), помещениями обслуживания клиентов,
- торговый зал, включающий линию касс и выставочные площадки,
- складская площадь и зона разгрузки для приемки, временного складирования и предпродажной подготовки товара,
- административно-бытовая зона, расположенная на первом и антресольном этаже, в которой располагаются офисные, бытовые, рекреационные и технические помещения,
- производственная зона, включающая производственные помещения и зону холодильных камер сырья и холодильных камер готовой продукции.

Высота торгового зала от пола до нижнего пояса ферм покрытия 8,1м. Высота от пола до светильников в торговом зале в зоне высотных стеллажей



- 7,5м; остальная часть - 5м. Высота 1-го и 2-го этажа встроенного двухэтажного блока в осях 1-9, Р-Ш, от пола до низа несущих конструкций 4,37м и 4,35м соответственно. Габаритные размеры в плане 84,0 x 102,85 метров.

#### **1.4 Фасады**

Фасады здания решены современными средствами с применением стилевых элементов и типовых решений компании заказчика.

Архитектурное решение главного фасада основано на выявлении двух входных групп здания, акцентированных облицовочными материалами и витражами. Главные входы в комплекс ориентированы на открытую автомобильную парковку для посетителей.

Наружные стены здания выполнены из навесных трехслойных панелей типа сэндвич, чередующихся с витражами и вставками из композитных материалов. Цоколь здания – кирпичный комплексной кладки, выполненный «под расшивку» и окрашенный в соответствии с паспортом отделки фасадов.

Проектом предусматривается строительство:

- здания торгового комплекса;
- открытой парковки автомобилей посетителей;
- инженерных коммуникаций: наружные сети водоснабжения, канализации, электроснабжения, газоснабжения, телефонизации;
- пристроенной трансформаторной подстанции;
- дизель-генераторной установки контейнерного типа;
- резервуаров аварийного топлива котельной;
- рекламных конструкций на территории комплекса;
- подъездных автомобильных дорог;
- комплексное благоустройство и озеленение прилегающей территории.

На первом этаже здания расположены: просторные входные группы, торговая галерея непродовольственных товаров (бутиковая зона), торговый зал для торговли продовольственными и сопутствующими непродовольственными товарами оптом и в розницу, вспомогательные производственные участки (производство полуфабрикатов для реализации в торговом зале), холодильные камеры, складские помещения, помещения разгрузки и приёмки товаров и технические помещения. На первом этаже предусмотрено предприятие общественного питания (кафетерий), работающее на полуфабрикатах.

На втором этаже здания размещаются административно-бытовые и технические помещения (вентиляционные камеры, серверная).

Здание функционально разделено на непосредственно торговый зал, технологическую и административно-бытовую часть.

Для обеспечения пожарной безопасности деление выполнено противопожарной преградой с пределом огнестойкости не менее 2,5 часа.



Преграда проходит по деформационному шву здания и выполнена из сертифицированных стеновых сэндвич-панелей с пределом огнестойкости не менее 2,5 часа. Заполнение проёмов в противопожарных преградах принято противопожарным с нормируемыми пределами огнестойкости. Открытые технологические проёмы защищаются дренчерными завесами.

Здание запроектировано II-го уровня ответственности. Степень долговечности – II. В соответствии со СНиП 21-01-97 «Пожарная безопасность зданий и сооружений»:

- здание в проекте принято II-ой степени огнестойкости;
- класс конструктивной пожарной опасности в соответствии с табл. 5\* С0;
- класс функциональной пожарной опасности в соответствии с п. 5.21\* Ф3.1.

### **1.5 Элементы для заполнения проемов**

Естественная освещённость здания принята конструктивно, исходя из архитектурно-планировочного решения. Проектом предусмотрено применение окон в наружных стенах служебных и административных помещений и витражного остекления в зонах главного входа и главного выхода посетителей из торговых залов. Проектом предусмотрено применение оконных блоков, не допускающих их открывание, но в офисных помещениях снабжённых клапанами для микропроветривания помещений. Учитывая большую глубину торговых залов, требуемый уровень освещённости в них обеспечивается искусственным освещением.

Спецификация элементов заполнения проемов представлена в приложении А.

### **1.6 Полы**

Полы по грунту – на отм. 0.000 монолитный железобетон, толщиной 220мм. В торговом зале – железобетонные с упрочненным верхним слоем типа «мастер ТОП». Полы в технологических помещениях, а также в помещениях с мокрыми технологическими процессами облицовываются керамической плиткой или керамогранитом светлых тонов. Полы в административных помещениях - коммерческий линолеум. Полы в технических помещениях первого этажа – упрочнённые железобетонные, полы технических помещений второго этажа – антистатический линолеум. В помещениях с мокрыми технологическими процессами выполняется гидроизоляционное покрытие.



## **1.7 Внутренняя отделка**

Предусмотрено использование современных сертифицированных отделочных материалов. Во внутренней отделке применяются высококачественные, долговечные и экологически чистые материалы, легко поддающиеся гигиенической обработке и отвечающие противопожарным требованиям. Во внутренней отделке помещений используются материалы исходя из назначения этих помещений с учетом эстетических, экологических, противопожарных требований и санитарно-эпидемиологических требований СП 2.3.6.1079-01, СП 2.3.6.1066-01, СанПиН 2.2.4.548-96.

Стены из сэндвич-панелей не требуют дополнительной отделки т.к. устойчивы к воздействию влаги, температуры, моющим и дезинфицирующим средствам, разрешенным для этих целей органами и учреждениями госсанэпидслужбы в установленном порядке.

Кирпичные стены - высококачественная штукатурка и шпаклевка под покраску, с предварительной подготовкой. Краска водно-дисперсионная; облицовка керамической плиткой на всю высоту помещения.

Перегородки по типу С112 из ГВЛО покраска по стеклообоям, с предварительной подготовкой. Краска акриловая водно-дисперсионная.

Все выступающие элементы стен в коридорах офисной части и коридорах и помещениях производственной части должны быть усилены уголком из нержавеющей стали высотой 2 м и шириной не менее 40 мм.

## **1.8 Наружная отделка**

Наружные ограждающие конструкции – сэндвич панели полной заводской готовности с полимерной окраской. Внутренний цвет белый и дополнительной отделке не подлежит. Стены технологических помещений, а также помещений с мокрыми процессами облицовываются керамической плиткой. Стены административных и бытовых помещений отделываются обоями под окраску с последующей окраской ПВА красками светлых тонов. Стены технических помещений – водоэмульсионная окраска по неподготовленной поверхности.

## **1.9 Потолки**

Потолки - открытые конструкции несущих элементов кровли (стропильные и подстропильные фермы) защищены от коррозии и пожара, и окрашены в белый цвет. Подвесной потолок со съемными плитами из твердого минерального волокна; металлический реечный гигиенический; металлический с открытой ячейкой. Подшивной потолок из KNAUF-листов на одинарном каркасе П 131 (П231) Серия 1.045.9-2.08 Лист гипсокартонный ГКЛО 12,5мм - 2 слоя, Теплоизоляционные плиты



ТехноБлок стандарт ТУ 5762-010-74182181-2012 - 100 мм, лист гипсокартонный ГКЛО 12,5мм - 2 слоя.

### **1.10 Композиционные приемы при оформлении фасадов и интерьеров**

Внешний и внутренний вид объекта капитального строительства, его пространственная, планировочная и функциональная организация разработана с учётом назначения здания, с учётом специфики встроенных помещений.

Принятые объёмно-пространственные и архитектурно-художественные решения, в том числе в части соблюдения предельных параметров разрешённого строительства объекта капитального строительства соответствуют требованиям норм. Используемые композиционные приёмы при оформлении фасадов объекта капитального строительства соответствуют требованиям, применяемым к зданиям данного назначения (габариты оконных проёмов, дверей, ворот, наличие наружных стальных лестниц и т.д.).

### **1.11 Защита помещений от шума и вибраций**

Источниками шума на объекте являются работающее вентиляционное, климатическое и холодильное оборудование. Для снижения звукового давления и уровня звука в торговых залах и на рабочих местах проектом предусмотрена установка оборудования на виброизолирующих основаниях, в изолированных помещениях или на кровле здания. Данные мероприятия позволяют снизить параметры шумов и вибрации до допустимых уровней.

### **1.12 Теплотехнический расчет**

Теплотехнический расчет стены и покрытия представлен в приложении Б и В соответственно.



## **Расчетно-конструктивный раздел**



## **2. Расчетно-конструктивный раздел**

### **2.1 Конструктивная схема каркаса**

Конструктивную схему здания составляем в соответствии с исходными данными.

Строительная система - комбинированная (сборный железобетон, монолитный железобетон, стальной прокат). Конструктивная система здания - колонная. Конструктивная схема - рамный каркас.

Здание опирается на свайные фундаменты из забивных свай марки С50.30 (по серии 1.011.1-10 Вып.1). Сваи заводского изготовления из тяжелого бетона средней плотности класса В20, F150, W6 ГОСТ 25192-2012. Ростверк - столбчатого и ленточного типа из монолитного железобетона, бетон тяжелый средней плотности класса В20, F150, W4 по ГОСТ 25192-2012, рабочая арматура класса А-III(A400) ГОСТ 5781-82\*.

Колонны сборные железобетонные сечением 300х300, 400х400, 500х500 мм. Бетон тяжелый средней плотности класса В25, F100, W4 ГОСТ 26633-2012, рабочая арматура класса А-III(A400) ГОСТ 5781-82\*.

Плита на отм.  $\pm 0,000$  представляет собой плоскую монолитную железобетонную конструкцию толщиной 220 мм.

Перекрытие на отм. +5,100 монолитное железобетонное по стальному профилированному настилу, толщиной 160мм.

Кирпичные стены лестничной клетки несущие из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 250 мм.

Наружные стены ненесущие из трехслойных теплоэффективных панелей полной заводской готовности и комплектной поставки. Сэндвич-панели (ТУ 5284-001-74932819-2006) толщина стального листа с наружной стороны не менее 0,7 мм с внутренней стороны не менее 0,5 мм с заводской эмалевой окраской. Цокольная панель толщиной 200 мм выполняется из бетона тяжелого средней плотности класса В20, F150, W4 ГОСТ 25192-2012, рабочая арматура класса А-III(A400) ГОСТ 5781-82\*.

Внутренние кирпичные перегородки из обыкновенного глиняного кирпича толщиной 250 мм и 120 мм на растворе М100.

Внутренняя лестница - сборные железобетонные ступени по металлическим косоурам с монолитными железобетонными площадками.

Конструкция покрытия является геометрически неизменяемой системой, что обеспечивается совместной работой балок, стропильных и подстропильных ферм, вертикальных и горизонтальных связей, прогонов и объединяющие их сэндвич-панели.



## 2.2 Расчет прогона пролетом 6 м

### 2.2.1 Исходные данные для расчета прогона

Исходные данные:

- прогон из швеллера № 22 по ГОСТ 8240-97;
  - пролет  $l_{пр} = 6,0$  м;
  - статическая схема – двухконсольная шарнирно-опертая;
  - коэффициент условий работы  $\gamma_c = 1$  [4, табл. 1];
  - коэффициент надежности по ответственности  $\gamma_n = 1$ ;
  - материал прогона – сталь С245 по ГОСТ 27772-88\* [4, прил. В];
- группа конструкций – 3, расчетная температура района строительства  $t = -42^\circ\text{C}$ ; показатели по ударной вязкости и требования по химическому составу согласно таблицам В.2 и В.3 [3, прил. В];
- расчетные характеристики стали по таблицам В.4 и В.5 [3, прил. В]:  
 $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$  при толщине проката свыше 2 до 20 мм включительно;  
 $R_{un} = 370 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_s = 0,58 \cdot 240 = 139,2 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_p = 361 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_{yn} = 245 \text{ Н/мм}^2$ .
- Вертикальный предельный прогиб балки  $f_u = l_{6н}/200$  [5, прил. Е2].

### 2.2.2 Нагрузки, действующие на прогон

Постоянные нагрузки, действующие на прогон, представлены в таблице 2.1.

Таблица 2.1 - Нагрузки на прогон от веса конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f$	Расчетная нагрузка
Ограждающие конструкции 1. Кровельная сэндвич панель ТУ 5284-001-74932819-2006	кН/м <sup>2</sup>	0,402	1,2	0,482
Несущие конструкции 1. Прогон прокатные пролетом 6 м ( $l = 18$ , $m = 16,3 \text{ кг/м}$ )		0,05	1,05	0,053
Итого		0,452		0,535

### Временные нагрузки.

Расчет снеговой нагрузки ведем в соответствии с [5, п.10].

Нормативное значение снеговой нагрузки  $S_o$ , кН/м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S_o = 0,7 * c_e * c_t * \mu * S_q, \quad (2.1)$$



где  $c_e$  – коэффициент, учитывающий снос снега с покрытий зданий под действием ветра [5, п.10.5], для пологих покрытий (с уклоном до 12%) однопролетных и многопролетных зданий без фонарей, проектируемых в районах со средней скоростью ветра за три наиболее холодных месяца  $V \geq 2$  м/с;

$c_t$  – термический коэффициент [5, таблица 10.10];

$\mu$  – коэффициент перехода от веса снегового покрова земли к снеговой нагрузке на покрытие [5, таблица 10.4];

$S_q$  – вес снегового покрова на 1 м<sup>2</sup> горизонтальной поверхности земли, принимаемый по [5, табл. 10.1], в зависимости от снегового района Российской Федерации.

Коэффициент  $c_e$  определяется по формуле

$$c_e = (1,2 - 0,1 * V * \sqrt{k}) * (0,8 + 0,002 * b), \quad (2.2)$$

где  $V$  – средняя скорость ветра за три наиболее холодных месяца;

$k$  – коэффициент, принимается по [5, таблица 11.2];

$b$  – ширина покрытия, принимаемая не более 100 м.

Принимаем:  $V = 3,4$  м/с (см. карту 2 «Районирование территории Российской Федерации по средней скорости ветра, м/с, за зимний период» [5, прил. Е]);  $k = 0,738$  (для типа местности В по [6, прил. Е, табл. Е.2], подсчитан по линейной интерполяции для отметки 14,4 м);  $b = 24$  м.

Подставим значения в формулу 2.2, получим

$$\begin{aligned} c_e &= (1,2 - 0,1 * V * \sqrt{k}) * (0,8 + 0,002 * b) = \\ &= (1,2 - 0,1 * 3,4 * \sqrt{0,738}) * (0,8 + 0,002 * 24) = 0,770. \end{aligned}$$

В г. Красноярск снеговой район – III (см. карту 1 «Районирование территории Российской Федерации по весу снегового покрова» [5, приложение Е]),

$S_q = 1,8$  кН/м<sup>2</sup> [5, таблица 10.1]).

Принимаем:  $c_e = 0,770$ ;  $c_t = 1$ ;  $\mu = 1$ ;  $S_q = 1,8$  кН/м<sup>2</sup>.

Подставим значения в формулу (2.1), получим

$$S_0 = 0,7 * 0,770 * 1 * 1 * 1,8 = 0,97 \text{ кН/м.}$$

Нормативная нагрузка на 1 пог.м прогона, кН/м, определяется по формуле

$$q_{n,пр} = \left( \frac{q_n}{\cos \alpha} + S_0 \right) * b + q_{n,пр}^{CB}, \quad (2.3)$$

где  $q_n$  – нормативная нагрузка на прогон;

$S_0$  – то же, что и в формуле (2.1);



$b$  – шаг прогонов;

$q_{n,пр}^{CB}$  – собственный вес прогона;

$\cos \alpha \approx 1$  т.к. кровля малоуклонная.

Принимаем:  $q_n = 0,40 \text{ кН/м}^2$ ;  $S_0 = 0,97 \text{ кН/м}^2$ ;  $b = 3,00 \text{ м}$ ;  $q_{n,пр}^{CB} = 0,15 \text{ кН/м}^2$ .

Подставим значения в формулу (2.3), получим

$$q_{n,пр} = (0,40 + 0,97) \cdot 3 + 0,15 = 4,26 \text{ кН/м.}$$

Расчетная нагрузка на 1 пог.м прогона нормальная скату (уклон кровли 3 %), кН/м, определяется по формуле

$$q_{пр} = \left( \frac{q_n}{\cos \alpha} \cdot \gamma_{f1} + S_0 \cdot \gamma_{f2} \right) \cdot b + q_{n,пр}^{CB} \cdot \gamma_{f3}, \quad (2.4)$$

где  $q_n$  – то же, что и в формуле (2.3);

$\gamma_{f1}$  – коэффициент надежности для временной нагрузки;

$S_0$  – то же, что и в формуле (2.1);

$\gamma_{f2}$  – коэффициент надежности для снеговой нагрузки;

$b$  – то же, что и в формуле (2.3);

$q_{n,пр}^{CB}$  – то же, что и в формуле (2.3).

$\gamma_{f3} = 1,05$  – коэффициент надежности для нагрузки от собственного веса металлических конструкций.

Принимаем:  $q_n = 0,40 \text{ кН/м}^2$ ;  $\gamma_{f1} = 1,2$ ;  $S_0 = 0,97 \text{ кН/м}^2$ ;  $\gamma_{f2} = 1,4$ ;  $b = 3,00 \text{ м}$ ;  $q_{n,пр}^{CB} = 0,15 \text{ кН/м}^2$ ;  $\gamma_{f3} = 1,05$ .

$$q_{пр} = (0,40 \cdot 1,2 + 0,97 \cdot 1,4) \cdot 3 + 0,15 \cdot 1,05 = 5,67 \text{ кН/м.}$$

Т.к. кровельные сэндвич панели прикреплены к прогонам жестко и образуют сплошное полотнище, то скатная составляющая  $q_y$  воспринимается самим полотнищем кровли и прогон будет рассчитываться на нагрузку  $q_x$  по формуле

$$q_x = q_{пр} \cdot \cos \alpha, \quad (2.5)$$

где  $q_{пр}$  – то же, что и в формуле (2.4).

Принимаем:  $q_{пр} = 5,67 \text{ кН/м}$ ;  $\cos \alpha = 1$ .

Подставим значения в формулу, получим

$$q_x = 5,67 \cdot 1 = 5,67 \text{ кН/м.}$$

Крепление прогонов производится с помощью приваренных при монтаже стальных пластин (180x10).



### Статический расчет прогона.

Расчетная схема прогона представлена на рисунке 2.1.

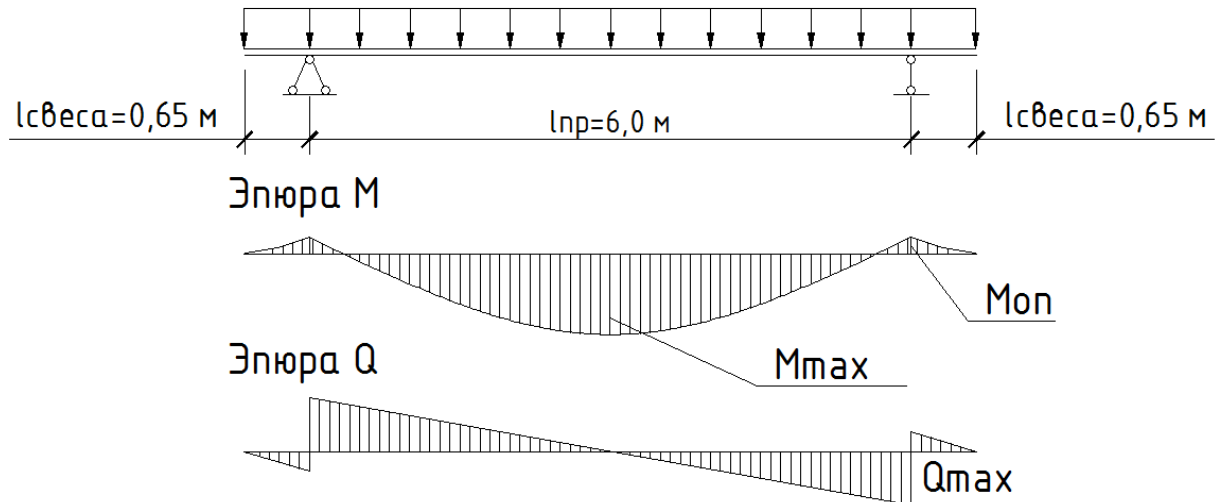


Рисунок 2.1 – Расчетная схема прогона

Изгибающий момент  $M_{\max}$ , кН·м, и продольная сила  $Q_{\max}$ , кН, определяется по формулам соответственно (2.6) и (2.7).

$$M_{\max} = \frac{q_{\text{пр}} \cdot l_{\text{пр}}^2}{8} - \frac{q_{\text{пр}} \cdot l_{\text{свеса}}^2}{8} - \frac{q_{\text{пр}} \cdot l_{\text{свеса}}^2}{8}, \quad (2.6)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$l_{\text{пр}}$  – длина пролета;

$l_{\text{свеса}}$  – консольный свес прогона.

Принимаем:  $q_{\text{пр}} = 5,67$  кН/м;  $l_{\text{пр}} = 6$  м;  $l_{\text{свеса}} = 0,65$  м.

Подставим значения в формулу, получим

$$M_{\max} = \frac{5,67 \cdot 6,0^2}{8} - 2 \cdot \frac{5,67 \cdot 0,65^2}{8} = 24,92 \text{ кН·м},$$

$$Q_{\max} = R_A - q_{\text{пр}} \cdot l_{\text{свеса}}, \quad (2.7)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$l_{\text{свеса}}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$R_A$  – реакция опоры, определяется по формуле

$$R_A = R_B = q_{\text{пр}} \left( l_{\text{свеса}} + \frac{l_{\text{пр}}}{2} \right), \quad (2.8)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (2.4);



$l_{\text{свеса}}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$l_{\text{пр}}$  – длина пролета.

Принимаем:  $q_{\text{пр}} = 5,67 \text{ кН/м}$ ;  $l_{\text{свеса}} = 0,65 \text{ м}$ ;  $l_{\text{пр}} = 6 \text{ м}$ .

$$R_A = R_B = 5,67(0,65 + 3) = 5,67 \cdot 3,65 = 20,7 \text{ кН}$$

Подставим значения в формулу (2.7), получим

$$Q_{\text{max}} = 20,7 - 5,67 \cdot 0,65 = 17,01 \text{ кН}.$$

### Проверка прогона

Прогон из швеллера № 18, принятый по проекту – аналогу.

Проверяем приведенные напряжения на опорах по формуле

$$\sigma_{ef} = \sqrt{\sigma_x^2 + 3 \cdot \tau_{xy}^2} \leq 1,15 \cdot R_y \cdot \gamma_c, \quad (2.10)$$

где  $\sigma_x$  – нормальные напряжения в прогоне, определяется по формуле

$$\sigma_x = \frac{M_{\text{оп}}}{W_x}, \quad (2.11)$$

где  $M_{\text{оп}}$  – момент на опоре, определяется по формуле

$$M_{\text{оп}} = \frac{q_{\text{пр}} \cdot l_{\text{свеса}}^2}{2}, \quad (2.12)$$

где  $q_{\text{пр}}$  – то же, что и в формуле (2.4);

$l_{\text{свеса}}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$W_x$  – момент сопротивления;

$\tau_{xy}$  – касательные напряжения в прогоне, определяется по формуле

$$\tau_{xy} = \frac{Q_{\text{max}} \cdot S_x}{I_x \cdot t_w}, \quad (2.13)$$

где  $Q_{\text{max}}$  – то же, что и в формуле (2.7);

$S_x$  – статический момент полусечения;

$I_x$  – момент инерции;

$t_w$  – толщина стенки;

$R_y$  – расчетное сопротивление проката;

$\gamma_c$  – коэффициент условий работы [4, табл. 1].

Принимаем:  $q_{\text{пр}} = 5,67 \text{ кН/м}$ ;  $l_{\text{свеса}} = 0,65 \text{ м}$ .

Подставим значения в формулу (2.12), получим



$$M_{оп} = \frac{5,67 \cdot 0,65^2}{2} = 1,2 \text{ кН} \cdot \text{м}.$$

Принимаем:  $M_{оп} = 1,2 \text{ кН} \cdot \text{м}$ ;  $W_x = 121 \text{ см}^3$ .

Подставим значения в формулу (2.11), получим

$$\sigma_x = \frac{1,2 \cdot 10^3}{121} = 9,92 \text{ Н/мм}^2.$$

Принимаем:  $Q_{max} = 17,01 \text{ кН}$ ;  $S_x = 69,8 \text{ см}^3$ ;  $I_x = 1090 \text{ см}^4$ ;  $t_w = 0,51 \text{ см}$ .

Подставим значения в формулу (2.13), получим

$$\tau = \frac{17,01 \cdot 69,8 \cdot 10}{1090 \cdot 0,51} = 21,36 \text{ Н/мм}^2.$$

Принимаем:  $\sigma_x = 9,92 \text{ Н/мм}^2$ ;  $\tau_{xy} = 21,36 \text{ Н/мм}^2$ ;  $R_y = 240 \text{ Н/мм}^2$ ;  $\gamma_c = 1$ .

Подставим значения в формулу (2.13), получим

$$\sigma_{ef} = \sqrt{9,92^2 + 3 \cdot 21,36^2} = 38,3 \leq 1,15 \cdot 240 \cdot 1 = 276 \text{ Н/мм}^2$$

### **Проверка общей устойчивости прогона.**

Общая устойчивость прогона не проверяется т.к. она по всей длине обеспечена сэндвич-панелями, которые крепятся к прогонам самосверлящими шурупами.

### **Проверка местной устойчивости элементов прогона.**

Т. к. прогон запроектирован из прокатного профиля, то он имеет такое соотношение размеров элементов, при котором их местная устойчивость обеспечивается, следовательно, проверка на местную устойчивость элементов прокатного прогона не требуется.

Выше приведенные расчеты гарантируют не наступления 1-го предельного состояния.

Далее выполняем расчет по второму предельному состоянию, проверяем прогиб прогона и сравниваем его с предельным.

Проверка жесткости прогона выполняется по формуле

$$f_{max} = \left( \frac{5}{48} M_{0n,max} + \frac{M_{оп1} + M_{оп2}}{16} \right) \frac{l_{пр}^2}{E \cdot I_x} < f_u = \frac{l_{пр}}{200}, \quad (2.14)$$

где  $M_{0n,max}$  – изгибающий момент от нормативной нагрузки, определяется по формуле

$$M_{0n,max} = \frac{q_{np} l_{np}^2}{8}, \quad (2.15)$$

$M_{оп1}$  – изгибающий момент на опоре 1;

$M_{оп2}$  – изгибающий момент на опоре 2;

$l_{np}$  – то же, что и в формуле (2.6);

$E$  – модуль упругости стали;

$I_x$  – то же, что и в формуле (2.9).

Принимаем:  $q_{np} = 5,67$  кН/м;  $l_{np} = 6$  м.

Подставим значения в формулу (2.15), получим

$$M_{0n,max} = \frac{5,67 * 6^2}{8} = 25,52 \text{ кНм.}$$

Принимаем:  $M_{0n,max} = 25,52$  кН·м;  $M_{оп1} = M_{оп2} = 1,2$  кНм;  $l_{np} = 6$  м;  
 $E = 2,06 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $I_x = 1090$  см<sup>4</sup>.

Подставим значения в формулу (2.14), получим

$$f_{max} = \left( \frac{5}{48} * 25,52 + \frac{1,2+1,2}{16} \right) \frac{6^2}{2,06*10^5*10^3*1090*10^{-8}} = 0,045\text{м} < f_u =$$

$$\frac{l_{np}}{200} = 6/200 = 0,03\text{м},$$

т.к. условие жесткости не выполняется, принимаем прогон из швеллера №20.

Принимаем значения для проверки прогона №20:  $M_{0n,max} = 25,52$  кН·м;  
 $M_{оп1} = M_{оп2} = 1,2$  кНм;  $l_{np} = 6$  м;  $E = 2,06 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $I_x = 1520$  см<sup>4</sup>.

Подставим значения в формулу (2.14), получим

$$f_{max} = \left( \frac{5}{48} * 25,52 + \frac{1,2+1,2}{16} \right) \frac{6^2}{2,06*10^5*10^3*1520*10^{-8}} = 0,032\text{м} < f_u =$$

$$\frac{l_{np}}{200} = 6/200 = 0,03\text{м},$$

т.к. условие жесткости не выполняется, принимаем прогон из швеллера №22.

Принимаем значения для проверки прогона №20:  $M_{0n,max} = 25,52$  кН·м;  
 $M_{оп1} = M_{оп2} = 1,2$  кНм;  $l_{np} = 6$  м;  $E = 2,06 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>;  $I_x = 2110$  см<sup>4</sup>.

Подставим значения в формулу (2.14), получим

$$f_{max} = \left( \frac{5}{48} * 25,52 + \frac{1,2+1,2}{16} \right) \frac{6^2}{2,06*10^5*10^3*2110*10^{-8}} = 0,023\text{м} < f_u =$$

$$\frac{l_{np}}{200} = 6/200 = 0,03\text{м},$$



Условие жесткости выполняется, окончательно принимаем прогон из швеллера №22.

## 2.3 Расчет и конструирование стропильной фермы пролетом 24 м

Этот раздел включает: определение нагрузок и расчетных усилий в стержнях стропильной фермы, подбор их сечений; расчет и конструирование узлов и деталей.

### 2.3.1 Исходные данные для расчета стропильной фермы

Схема стропильной фермы, ее генеральные размеры, тип решетки представлены на рисунке 2.3.

Материал – сталь С245 [1, прил. В, табл.В.1];  $R_y=240 \text{ Н/мм}^2$  [1, прил. В, табл. В.4].

Расчетная постоянная нагрузка на 1 пог.м стропильной фермы  $q=5,46 \text{ кН/м}$ ; снеговая нагрузка  $p=8,15 \text{ кН/м}$ .

Сварка элементов – механизированная дуговая в среде углекислого газа (МДС $\text{CO}_2$ ); сварочная проволока Св-10ГА [1, прил. Г, табл. Г.1]

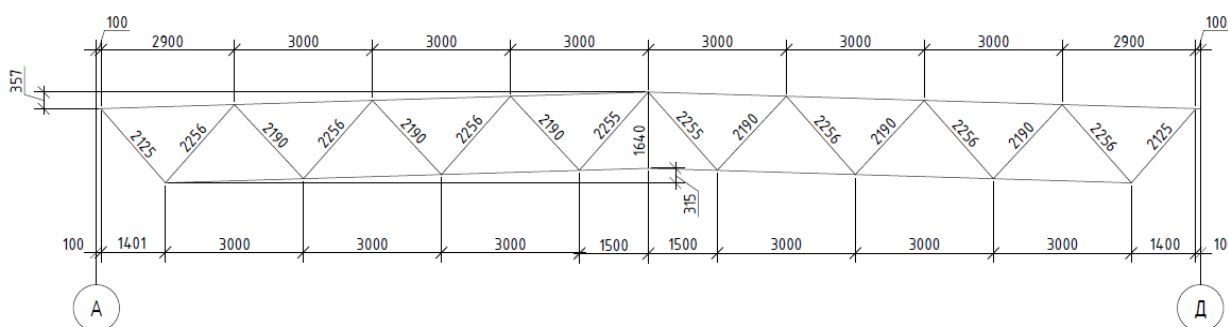


Рисунок 2.2 – Схема стропильной фермы

### 2.3.2 Определение нагрузок на стропильную ферму

Основными нагрузками на стропильную ферму являются:

-постоянные – от веса кровли, ограждающих и несущих конструкций покрытия;

-временные – от снега, ветра и других нагрузок, если они имеются.

Нагрузки, действующие на стропильную ферму от веса конструкций покрытия и кровли представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Нагрузки на стропильную ферму от веса конструкций покрытия и кровли

Конструкция покрытия	Измеритель	Нормативная нагрузка	Коэффициент надежности по нагрузке, $\gamma_f$	Расчетная нагрузка
Ограждающие конструкции 1. Кровельная сэндвич панель ТУ 5284-001-74932819-2006	кН/м <sup>2</sup>	0,402	1,2	0,482
Несущие конструкции 1. Прогоны прокатные пролетом 6 м ( [ 22, m = 21 кг/м)		0,06	1,05	0,063
2. Стропильная ферма		0,3	1,05	0,315
3. Связи		0,06	1,05	0,063
Итого		0,822		0,912

Расчетная постоянная нагрузка на 1 пог.м стропильной фермы  $q_1$ , кН/м, определяется по формуле

$$q_1 = (q_f / \cos \alpha) \cdot B, \quad (2.16)$$

где  $q_f$  – расчетная нагрузка на стропильную ферму;  
 $\alpha$  – угол наклона кровли к горизонту. При уклонах кровли  $i < 1/8$  можно принимать  $\cos \alpha \approx 1$ ; в нашем случае  $i = 2,5\%$ , что меньше  $1/8$ .

$B$  – шаг стропильных ферм.

Принимаем:  $q_f = 0,91$  кН/м<sup>2</sup>;  $\cos \alpha \approx 1$ ;  $B = 6$  м.

Подставим значения в формулу, получим

$$q_1 = 0,91 \cdot 6 = 5,46 \text{ кН/м.}$$

Расчетное значение снеговой нагрузки на стропильную ферму без подстропильных конструкций  $P$ , кН/м, определяется по формуле

$$P = S_0 \cdot \gamma_f \cdot B, \quad (2.17)$$

где  $S_0$  – то же, что и в формуле (2.1);

$\gamma_f$  – то же, что и в формуле (2.4);

$B$  – то же, что и в формуле (2.16).

Принимаем:  $S_0 = 0,97$  кН/м<sup>2</sup>;  $\gamma_f = 1,4$ ;  $B = 6$  м.

Подставим значения в формулу, получим

$$P = 0,97 \cdot 1,4 \cdot 6 = 8,15 \text{ кН/м.}$$



Расчетное значение узловой нагрузки на  $i$  узел стропильной фермы  $F_i$ , кН, определяется по формуле

$$F_i = q \cdot (d_{i-1} + d_{i+1}) / 2, \quad (2.18)$$

где  $q$  – расчетное значение нагрузки;

$d$  – ширина панели верхнего пояса.

Принимаем:  $q_1 = 5,46$  кН/м;  $P = 8,15$  кН/м;  $d = 3$  м.

Постоянная нагрузка:

$$F_q = 5,46 \cdot (3+3) / 2 = 16,38 \text{ кН.}$$

Снеговая нагрузка:

$$F_p = 8,15 \cdot (3+3) / 2 = 24,45 \text{ кН.}$$

### 2.3.3 Определение расчетных усилий в стержнях стропильной фермы

Расчет стропильной фермы был произведен в программном комплексе SCAD. Результаты расчета представлены в приложении Г.

Расчетная схема стропильной фермы представлена на рисунке 2.4.

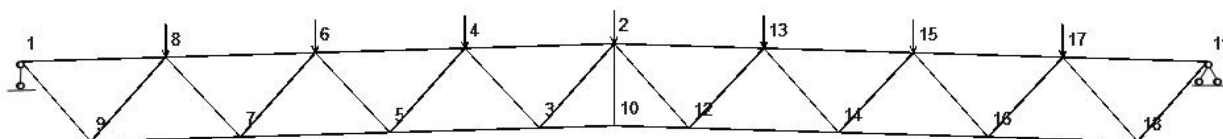


Рисунок 2.3 – Расчетная схема

Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой нагрузок представлены в таблице 2.3.

Таблица 2.3 - Усилия в стержнях стропильной фермы от постоянной и снеговой

Элемент фермы	Стержень	Усилия от единичной нагрузки $F_i=1$	Усилия от постоянной нагрузки $F_q=16,38$ кН	Усилия от снеговой нагрузки $F_p=24,45$ кН	Расчетные усилия	
					Растяжение +	Сжатие -
1	2	3	4	5	6	7
Верхний пояс	1 – 2	-2,98	-48,85	-72,92		121,77
	2 – 3	-8,40	-137,54	-205,31		342,85
	3 – 4	-12,03	-196,98	-294,03		491,01
	4 – 5	-13,87	-227,13	-339,03		566,13
Нижний пояс	10 – 11	6,15	100,74	150,37	251,11	
	11 – 12	10,66	174,63	260,67	435,30	
	12 – 13	13,40	219,52	327,68	547,20	
	13 – 14	14,26	233,60	348,69	582,29	

### Окончание таблицы 2.3

1	2	3	4	5	6	7
Раскосы	1 – 10	4,52	74,06	110,55	184,61	
	10 – 2	-4,76	-78,02	-116,46		194,48
	2 – 11	3,28	53,67	80,12	133,79	
	11 – 3	-3,40	-55,77	-83,25		139,02
	3 – 12	1,99	32,60	48,66	81,26	
	12 – 4	-2,07	-33,89	-50,58		84,47
	4 – 13	0,68	11,10	16,56	27,66	
	13 – 5	-0,60	-9,79	-14,61		24,4
Стойки	5-14	0,73	11,88	17,73	29,61	

Подбор сечений фермы произведен в программном комплексе SCAD и представлен в приложении Д.

### 2.3.4 Расчет бесфасоночного узла фермы из замкнутых гнутосварных профилей

Бесфасоночные узлы ферм проверяются следующими расчетами:

- на продавливание (вырывание) участка стенки пояса, контактирующего с элементом решетки;
- несущую способность участка стенки пояса, параллельной плоскости узла, под сжатым элементом решетки;
- несущую способность элемента в зоне примыкания к поясу.

#### Исходные данные. Узел №8

Конструкция узла и его основные размеры даны на рисунке 2.5.

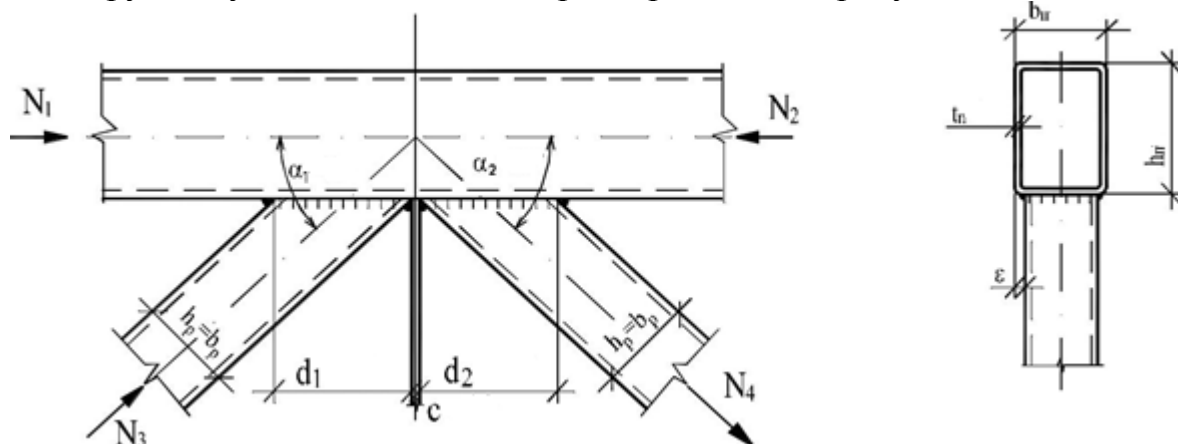


Рисунок 2.4 – К расчету бесфасоночного узла стропильной фермы

Пояс запроектирован из замкнутого прямоугольного гнутосварного профиля размером 180x140x5,5 мм ( $A_{\text{п}} = 33,2 \text{ см}^2$ ); раскосы – из квадратных профилей: 100x3 мм ( $A=11,6 \text{ см}^2$ ,  $W=34,6 \text{ см}^3$ ).  $N_2=-342,85 \text{ кН}$ ,  $N_3=-194,48 \text{ кН}$ ,  $N_4 = 133,79 \text{ кН}$ .

Материал – сталь С245 с  $R_y = 240 \text{ МПа}$  [3, табл. 50\*, 51\*].



Проверка пояса на продавливание в месте примыкания сжатого раскоса производится по формуле

$$\frac{m \cdot R_y \cdot t_n^2 (d_1 + c + \sqrt{2 \cdot b_n \cdot \xi})}{(0,4 + 1,8c/d_1) \cdot \xi \cdot \sin \alpha_1} > N_3, \quad (2.19)$$

где  $m$  – коэффициент условий работы, определяется по формуле

$$m = 1,5 - [N_2 / (A_n \cdot R_y)], \quad (2.20)$$

где  $N_2$  – продольное усилие в поясе со стороны растянутого элемента решетки, кН;

$A_n$  – площадь поперечного сечения, см<sup>2</sup>;

$R_y$  – расчетное сопротивление стали, МПа.

Если не выполняется условие  $[N_2 / (A_n \cdot R_y)] > 0,5$ , то принимаем  $m=1$ .

$t_n$  – толщина гнутосварного профиля, см;

$d_1$  – длина участка линии пересечения элемента решетки с поясом в направлении оси пояса, определяется по формуле

$$d_1 = h_p / \sin \alpha_1; \quad (2.21)$$

где  $h_p$  – высота сечения решетки, см;

$\alpha_1$  – угол примыкания элемента решетки к поясу;

$\xi$  – полуразность ширины пояса и элемента решетки, см, определяется по формуле

$$\xi = (b_n - b_p) / 2, \quad (2.22)$$

где  $b_p$  – ширина сечения решетки, см;

$b_n$  – ширина сечения пояса, см;

$N_3$  – продольное усилие в сжатом раскосе.

Принимаем:  $N_2 = 343$  кН;  $A_n = 33,2$  см<sup>2</sup>;  $R_y = 240$  МПа.

Подставим значения в формулу (2.16), получим

$$m = 1,5 - [343 / (33,2 \cdot 240 \cdot 10^{-1})] = 1,5 - 0,43 = 1,07;$$

так как  $0,43 < 0,5$  – то принимаем  $m=1$ .

Принимаем:  $h_p = 10$  см;  $\alpha_1 = 45^\circ$ .

Подставим значения в формулу (2.21), получим

$$d_1 = 10 / 0,707 = 14,1 \text{ см.}$$

Принимаем:  $b_p=10$  см;  $b_n=14$  см.

Подставим в формулу (2.22), получим

$$\xi=(14-10)/2 = 2 \text{ см.}$$

Принимаем:  $m=1$ ;  $R_y = 240$  МПа;  $t_n=0,55$  см;  $d_1=14,1$  см;  $c=1$ ;  $b_n=14$  см;  $\xi=2$  см;  $\alpha_1=45^\circ$ ;  $N_3=194,48$  кН.

Подставим значения в формулу (2.19), получим

$$\frac{1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,55^2 \cdot (14,1 + 1 + \sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{1}{14,1}\right) \cdot 2 \cdot \sin 45^\circ} = 219,7 \text{ кН} > N_3 = 194,48 \text{ кН.}$$

Проверка пояса на вырывание в месте примыкания растянутого раскоса производится по формуле

$$\frac{1,15 \cdot m \cdot R_y \cdot t_n^2 \cdot (d_1 + c + \sqrt{2 \cdot b_n \cdot \xi})}{(0,4 + 1,8c/d_1) \cdot \xi \cdot \sin \alpha_2} > N_4, \quad (2.23)$$

где 1,15 – коэффициент, вводимый при проверке на вырывание;

$m$  – то же самое, что и в формуле (2.19);

$R_y$  – то же самое, что и в формуле (2.20);

$t_n$  – то же самое, что и в формуле (2.19);

$d_1$  – то же самое, что и в формуле (2.19);

$\xi$  – то же самое, что и в формуле (2.19);

$b_n$  – то же самое, что и в формуле (2.22);

$\alpha_2$  – угол примыкания элемента решетки к поясу.

Принимаем  $\alpha_2=50^\circ$ .

Подставим значения в формулу (2.21), получим

$$d_1=10/0,766=13,1 \text{ см.}$$

Принимаем:  $m=1$ ;  $R_y = 240$  МПа;  $t_n=0,55$  см;  $d_1=13,1$  см;  $c=1$ ;  $b_n=14$  см;  $\xi=2$  см;  $\alpha_1=45^\circ$ ;  $N_4=133,79$  кН.

Подставим значения в формулу (2.19), получим

$$\frac{1,15 \cdot 1 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,55^2 \cdot (13,1 + 1 + \sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{1}{13,1}\right) \cdot 2 \cdot \sin 50^\circ} = 218,9 \text{ кН} > N_4 = 133,79 \text{ кН.}$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания сжатого элемента решетки при  $b_p/b_n > 0,85$  производится по формуле



$$\frac{2mkR_y t_{\Pi} h_p}{\sin^2 \alpha_1} > N_3, \quad (2.24)$$

где  $m$  – то же самое, что и в формуле (2.19);  
 $k$  – коэффициент принимаемый в зависимости от отношения  $h_{\Pi}/t_{\Pi}$  и  $R_y$ ;  
 $R_y$  – то же самое, что и в формуле (2.20);  
 $t_{\Pi}$  – то же самое, что и в формуле (2.19);  
 $h_{\Pi}$  – то же самое, что и в формуле (2.21);  
 $\alpha_1$  – то же самое, что и в формуле (2.21).

Так как соотношение  $b_p/b_{\Pi}=100/140=0,71 < 0,85$  – то проверка участка стенки не требуется.

В рассматриваемом примере прочность сжатого раскоса в зоне примыкания его к поясу проверяем по формуле

$$\left( \frac{N_3}{A_p \cdot R_y \cdot m \cdot \gamma_c} \right)^n + \frac{M}{c_x \cdot W_x \cdot R_y \cdot m \cdot \gamma_c} < 1, \quad (2.25)$$

где  $N_3$  – то же самое, что и в формуле (2.19);  
 $m$  – то же самое, что и в формуле (2.19), для сжатых раскосов определяется по формуле

$$m = k / (1 + 0,013 b_{\Pi} / t_{\Pi}), \quad (2.26)$$

где  $k$  – коэффициент, принимаемый в зависимости от отношения высоты сечения профиля и толщины его стенки, в рассматриваемом примере  $k=1$ ;  
 $b_{\Pi}$  – ширина сечения профиля, см.  
 $t_{\Pi}$  – толщина стенки профиля, см.  
 Для аналогичных элементов при растяжении  $m$  увеличивается в 1,15 раза.

$R_y$  – то же самое, что и в формуле (2.20);  
 $A_p$  – площадь поперечного сечения раскоса;  
 $\gamma_c$  – коэффициент условий работы;  
 $M$  – изгибающий момент;  
 $n$  – коэффициент для расчета элемента конструкции с учетом пластических деформаций, определяемый по [ , прил. Е, табл. Е.1];  
 $c_x$  – коэффициент для расчета на прочность с учетом развития пластических деформаций при изгибе относительно оси  $x$ - $x$ ;  
 $W_x$  – момент сопротивления сечения относительно оси  $x$ - $x$ .  
 Принимаем:  $k=1$ ;  $b_{\Pi}=10$ см;  $t_{\Pi}=0,3$ см.  
 Подставим значения в формулу (2.26)

$$m = 1 / (1 + 0,013 \cdot 10 / 0,3) = 0,70.$$

Принимаем:  $N_3=194,48$  кН;  $m=0,7$ ;  $A_p=11,6$  см<sup>2</sup>;  $R_y = 240$  МПа;  $n=1,5$ ;  $\gamma_c=1,05$ ;  $M=0$  кН/м.

Так как изгибающий момент равен нулю, второе слагаемое в формуле (2.21) не учитываем. Подставим значения в формулу (2.25)

$$\frac{194,48}{11,6 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,7 \cdot 1,05} = 0,95 < 1$$

Прочность растянутого раскоса проверяем по той же формуле (2.25).

Принимаем:  $N_4=133,79$  кН;  $m=0,7 \cdot 1,15=0,81$ ;  $A_p=11,6$  см<sup>2</sup>;  $R_y = 240$  МПа;  $n=1,5$ ;  $\gamma_c=1,05$ ;  $M=0$  кН/м.

Подставим значения в формулу (2.25)

$$\frac{133,79}{11,6 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,81 \cdot 1,05} = 0,57 < 1$$

#### Исходные данные. Узел №4

Пояс запроектирован из замкнутого прямоугольного гнутосварного профиля размером 180x140x5,5 мм ( $A_{\Pi} = 33,2$  см<sup>2</sup>); раскосы – из квадратных профилей: 100x3 мм ( $A=11,6$  см<sup>2</sup>,  $W=34,6$  см<sup>3</sup>).  $N_2=-566,15$  кН,  $N_3=-84,66$  кН,  $N_4 = 27,66$  кН.

Материал – сталь С245 с  $R_y = 240$  МПа [3, табл. 50<sup>\*</sup>, 51<sup>\*</sup>].

Проверка пояса на продавливание в месте примыкания сжатого раскоса:

Принимаем:  $N_2=566,15$  кН;  $A_{\Pi} = 33,2$  см<sup>2</sup>;  $R_y = 240$  МПа.

Подставим значения в формулу (2.20), получим

$$m=1,5-[566,15/(33,2 \cdot 240 \cdot 10^{-1})]=1,5-0,71=0,79;$$

Принимаем:  $h_p=10$  см;  $\alpha_1=45^\circ$ .

Подставим значения в формулу (2.21), получим

$$d_1=10/0,707=14,1 \text{ см.}$$

Принимаем:  $b_p=10$  см;  $b_{\Pi}=14$  см.

Подставим в формулу (2.22), получим

$$\xi=(14-10)/2 = 2 \text{ см.}$$

Принимаем:  $m=0,79$ ;  $R_y = 240$  МПа;  $t_{\Pi}=0,55$  см;  $d_1=14,1$  см;  $c=1$ ;  $b_{\Pi}=14$  см;  $\xi=2$  см;  $\alpha_1=45^\circ$ ;  $N_3=84,66$  кН.

Подставим значения в формулу (2.19), получим



$$\frac{0,79 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,55^2 \cdot (14,1 + 1 + \sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{1}{14,1}\right) \cdot 2 \cdot \sin 45^\circ} = 173,56 \text{ кН} > N_3 = 84,66 \text{ кН}.$$

Проверка пояса на вырывание в месте примыкания растянутого раскоса:

Принимаем:  $h_p = 10 \text{ см}$ ;  $\alpha_2 = 50^\circ$ .

Подставим значения в формулу (2.21), получим

$$d_1 = 10 / 0,766 = 13,1 \text{ см}.$$

Принимаем:  $m = 0,79$ ;  $R_y = 240 \text{ МПа}$ ;  $t_n = 0,55 \text{ см}$ ;  $d_1 = 13,1 \text{ см}$ ;  $c = 1$ ;  $b_n = 14 \text{ см}$ ;  $\xi = 2 \text{ см}$ ;  $\alpha_1 = 45^\circ$ ;  $N_4 = 27,66 \text{ кН}$ .

Подставим значения в формулу (2.19), получим

$$\frac{1,15 \cdot 0,79 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,55^2 \cdot (13,1 + 1 + \sqrt{2 \cdot 14 \cdot 2})}{\left(0,4 + 1,8 \cdot \frac{1}{13,1}\right) \cdot 2 \cdot \sin 50^\circ} = 172,93 \text{ кН} > N_4 = 27,66 \text{ кН}.$$

Проверка несущей способности участка стенки пояса в плоскости узла в месте примыкания сжатого элемента:

Так как соотношение  $b_p/b_n = 100/140 = 0,71 < 0,85$  – то проверка участка стенки не требуется.

Прочность сжатого раскоса в зоне примыкания его к поясу:

Принимаем:  $k = 1$ ;  $b_n = 10 \text{ см}$ ;  $t_n = 0,3 \text{ см}$ .

Подставим значения в формулу (2.26)

$$m = 1(1 + 0,013 \cdot 10 / 0,3) = 0,70.$$

Принимаем:  $N_3 = 84,66 \text{ кН}$ ;  $m = 0,7$ ;  $A_p = 11,6 \text{ см}^2$ ;  $R_y = 240 \text{ МПа}$ ;  $n = 1,5$ ;  $\gamma_c = 1,05$ ;  $M = 0 \text{ кН/м}$ .

Так как изгибающий момент равен нулю, второе слагаемое в формуле (2.25) не учитываем. Подставим значения в формулу (2.25)

$$\frac{84,66}{11,6 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,7 \cdot 1,05} = 0,41 < 1$$

Прочность растянутого раскоса проверяем по той же формуле (2.25).

Принимаем:  $N_4 = 27,66 \text{ кН}$ ;  $m = 0,7 \cdot 1,15 = 0,81$ ;  $A_p = 11,6 \text{ см}^2$ ;  $R_y = 240 \text{ МПа}$ ;  $n = 1,5$ ;  $\gamma_c = 1,05$ ;  $M = 0 \text{ кН/м}$ .

Подставим значения в формулу (2.25)

$$\frac{27,66}{11,6 \cdot 240 \cdot 10^{-1} \cdot 0,81 \cdot 1,05} = 0,12 < 1$$

## 2.4 Проектирование столбчатого фундамента

### 2.4.1 Исходные данные

Требуется запроектировать фундамент для гипермаркета «Лента» в Свердловском районе, г. Красноярск.

За относительную отметку 0,000 принят уровень чистого пола одноэтажной части здания, что соответствует абсолютной отметке 147,000.

Сейсмичность района согласно СП 14.13330.2014 – 6 баллов.

Уровень подземных вод на участке расположения здания – 3,8м.

Нормативная глубина промерзания суглинистых грунтов – 2,8 м.

Инженерно – геологическая колонка показана на рисунке 3.1, характеристики грунта в таблице 3.1.

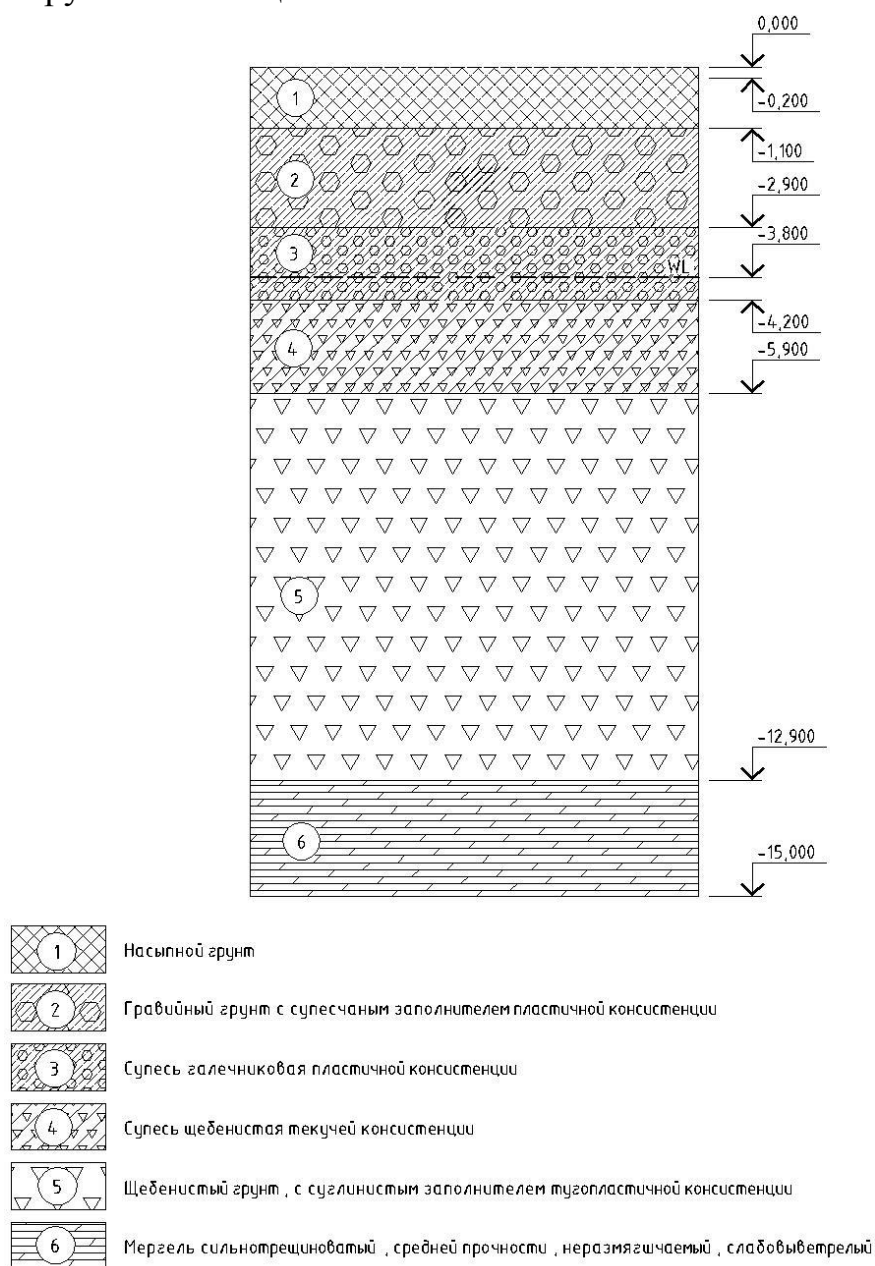


Рисунок 2.5 – Инженерно – геологическая колонка

Таблица 2.4 – Характеристики грунта

№	Наименование грунта	h, м	W, д.е.	e, д.е.	Плотность, т/м <sup>3</sup>			$\gamma(\gamma_{sb})_3$ кН/м <sup>3</sup>	I <sub>L</sub> , д.е.	Sr, д.е.	Расчётные характеристики			R <sub>0</sub> , кПа
					$\rho$	$\rho_s$	$\rho_d$				$\varphi_{II}$ , град	C <sub>II</sub> , кПа	E, МПа	
1	Насыпной грунт	1,1	-	-	1,5	-	-	15,0	-	-	-	-	-	-
2	Гравийный грунт, с супесчаным заполнителем пластичной консистенции	1,8	0,199	0,48	2,18	2,7	1,82	21,8	0,27	1,12	35	4	43	400
3	Супесь галечниковая, пластичной консистенции	0,9	0,211	0,56	2,10	2,7	1,73	21,0	0,52	1,02	33	6	35	300
3а	Супесь галечниковая, пластичной консистенции	0,4	0,253	0,61	2,10	2,7	1,68	10,6	0,52	1,12	33	6	35	300
4	Супесь щебенистая текучей консистенции	1,7	0,238	0,59	2,10	2,7	1,70	10,7	0,52	1,09	33	6	35	300
5	Щебенистый грунт, с суглинистым заполнителем тугопластичной консистенции	7	0,229	0,48	2,25	2,7	1,83	11,5	0,27	1,29	33	6	37	450
6	Мергель сильноотрециноватый, средней прочности, неразмягчаемый, слобовыветрелый	2,1	-	-	2,55	-	-	25,5	-	-	-	-	-	35000



Сравнивается два варианта фундаментов: фундамент мелкого и глубокого заложения на основе

- инженерно-геологических изысканий;
- данных, характеризующих конструктивные и технологические особенности сооружения, нагрузки, действующие на фундамент и условия его эксплуатации;
- технико-экономических сравнений вариантов проектных решений для принятия наиболее эффективного варианта.

#### **2.4.2 Определение глубины заложения фундамента**

В пучинистых грунтах глубина заложения фундамента должна быть больше расчетной глубины промерзания, чтобы исключить воздействие нормальных сил пучения грунта на подошву фундамента.

Для фундаментов под внутренние стены и колонны внутренних рядов отапливаемых зданий глубину заложения назначают независимо от расчетной глубины промерзания.

Расчетная глубина промерзания грунта определяется по формуле:

$$d_f = k_n \cdot d_{fn}, \quad (2.27)$$

где  $d_{fn}$  – нормативная глубина промерзания супесчаных грунтов (для Красноярска 2,31 м);

$k_n$  – коэффициент влияния теплового режима сооружения, составляющий для наружных стен отапливаемых промышленных зданий с полами по грунту 0,7.

$$d_f = 0,7 \cdot 2,31 = 1,6 \text{ м.}$$

Так как расчетная глубина промерзания составила 1,6 м, обрез фундамента на отм. -0,150 мм, принимаем глубину заложения фундамента равной 1950 мм с целью предотвращения пучения, при этом высота фундамента будет равняться 1800 мм (кратна 300мм).

#### **2.4.3 Определение размеров подошвы фундамента и расчетного сопротивления грунта основания**

Площадь подошвы  $A$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$A = N_{\text{оп}} / (R_0 - \gamma_{\text{нт}} \cdot d), \quad (2.28)$$

где  $N_{\text{оп}}$  – максимальная сумма нормативных вертикальных нагрузок, действующих на обресе фундамента, кН;

$R_0$  – расчетное сопротивление, кН/м<sup>2</sup>;

$\gamma_{cp}$  – среднее значение удельного веса грунта и бетона, кН/м<sup>3</sup>;  
 $d$  – глубина заложения фундамента, м.

$$A = 1619,8 / (400 - 20 \cdot 1,95) = 4,49 \text{ м}^2.$$

Размеры подошвы определяют, считая, что фундамент имеет прямоугольную форму. Эта форма предпочтительнее, в отличие от квадратной, при действии на фундамент моментов и горизонтальных сил.

Соотношение сторон прямоугольного фундамента  $\eta = l / b$  рекомендуется ограничивать значением  $\eta \leq 1,2 - 1,5$ , принимаем  $\eta = 1,35$ .

Размеры сторон его подошвы определяются по соотношениям

$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}} = \sqrt{\frac{4,49}{1,35}} = 1,82 \text{ м}$ , т.к.  $b$  должна быть кратна 300 мм, принимаем ширину равную 2,1 м.

$l = \eta \cdot b = 1,35 \cdot 2,1 = 2,84 \text{ м}$ , т.к.  $l$  должна быть кратна 300 мм, принимаем длину равную 3,0 м.

Расчетное сопротивление грунта  $R$ , кН/м<sup>2</sup>, находят для бесподвальных зданий при  $b < 10$  м по следующей формуле

$$R = ((\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}) / K) \cdot [M_{\gamma} b \gamma_{II} + M_g d \gamma_{II}' + M_c C_{II}], \quad (2.29)$$

где  $\gamma_{c1}$  и  $\gamma_{c2}$  – коэффициенты условий работы;

$K$  – коэффициент, учитывающий надежность определения характеристик  $s$  и  $\varphi$ ;

$M_{\gamma}$ ,  $M_g$  и  $M_c$  – коэффициенты, зависящие от  $\varphi$ ;

$\gamma_{II}$  – расчетное значение удельного веса грунта ниже подошвы фундамента;

$\gamma_{II}'$  – то же, для грунта выше подошвы фундамента;

$C_{II}$  – расчетное значение удельного сцепления грунта под подошвой фундамента, кПа;

$b$  – ширина подошвы фундамента, м;

$d$  – глубина заложения фундамента бесподвального здания;

$k_z$  – коэффициент, принимаемый равным 1,0 при ширине фундамента  $b < 10$  м.

$$R = ((1,2 \cdot 1) / 1) \cdot [1,68 \cdot 2,1 \cdot 20,12 + 7,71 \cdot 1,95 \cdot 17,96 + 6,1 \cdot 9,58] = 479,33 \text{ кПа}.$$

Полученное значение расчетного сопротивления сравниваем с табличным значением

$$R_0 = \frac{479,33 - 400}{479,33} \cdot 100 \% = 16,55 \%.$$

Так как расхождение менее 20 %, окончательно принимаем  $b=2100$  мм;  $l = 3000$  мм.

#### 2.4.4 Приведение нагрузок к подошве фундамента

Нагрузку от веса фундамента определяем по формуле

$$N_{\phi} = d \cdot b \cdot l \cdot \gamma_{cp} = 1,95 \cdot 2,1 \cdot 3,0 \cdot 20 = 245,7 \text{ кН.} \quad (2.30)$$

Таблица 2.5 – Приведение нагрузок к подошве фундамента

Вид расчета	Комбинация	N, кН	M, кН·м	Q, кН
Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	I	$N_{\max} + N_{\text{ст.}} = 1800 + 60 = 1860$	$M_{\text{соот.}} - N_{\text{ст.}} \cdot a = 120 - 60 \cdot 0,32 = 100,8$	$Q_{\text{соот.}} = 30$
	II	$N_{\text{соотв.}} + N_{\text{ст.}} = 1750 + 60 = 1810$	$-M_{\max} - N_{\text{ст.}} \cdot a = 125 - 60 \cdot 0,32 = 105,8$	$-Q_{\text{соот.}} = 30$
Для расчета основания по II предельному состоянию	I	$N_{\max} + N_{\text{ст.}} + N_{\phi} = 1800 + 60 + 245,7 = 2105,7$	$M_{\text{соотв.}} + Q(d - 0,15) - N_{\text{ст.}} \cdot a = 120 + 30 \cdot (1,9 - 0,35) - 60 \cdot 0,32 = 148,8$	$Q = 30$
	II	$N_{\text{соотв.}} + N_{\text{ст.}} + 1,1 \cdot G = 1750 + 60 + 1,1 \cdot 245,7 = 2080,3$	$-M_{\max}/1,15 - Q(d - 0,15)/1,15 - N_{\text{ст.}} \cdot a/1,1 = 125/1,15 + 30 \cdot (1,95 - 0,35)/1,15 - 60 \cdot 0,32/1,1 = 132,98$	$-Q/1,15 = 30/1,15 = 26,09$

#### 2.4.5 Проверка условий расчета основания по деформациям

Основными критериями расчета основания фундамента неглубокого заложения по деформациям являются условия

$$p_{cp} \leq R; \quad (2.31)$$

$$p_{\max} \leq 1,2R; \quad (2.32)$$

$$p_{\min} \geq 0. \quad (2.33)$$

Расчетное сопротивление подошвы,  $W$ , м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$W = \frac{bl^2}{6} = \frac{2,1 \cdot 3^2}{6} = 3,15 \text{ м}^3. \quad (2.34)$$

Проверяем условия при  $b = 2,1$  м;  $l = 3$  м;  $W = 3,15$  м<sup>3</sup>;  $A = 6,3$  м<sup>2</sup>.

Среднее давление под подошвой фундамента  $P_{cp}$ , кН/м<sup>2</sup>, определяют по формуле

$$P_{cp} = N'/A, \quad (2.35)$$



где  $N'$  – наибольшая вертикальная нагрузка;  
 $A$  – то же, что и в формуле (2.34).

Наибольшая вертикальная нагрузка  $N_{II}'$ , кН, определяется по формуле

$$N' = N_{OII} + N_{\phi}, \quad (2.36)$$

где  $N_{OII}$  – то же, что и в формуле (2.41);  
 $N_{\phi}$  – то же, что и в формуле (2.42).

$$N' = 1619,8 + 245,7 = 1865,5 \text{ кН.}$$

$$P_{cp} = 1865,5 / (6,3) = 296,1 \text{ кПа.}$$

Полученное среднее давление сопоставляют с расчетным сопротивлением. Условие  $P_{cp} \leq R$  выполняется –  $296,1 \leq 479,33$  кПа.

Краевые давления определяются по формулам

$$p_{max} = \frac{N'}{A} + \frac{M'}{W}, \quad (2.37)$$

$$p_{min} = \frac{N'}{A} - \frac{M'}{W}, \quad (2.38)$$

где  $W$  – момент сопротивления подошвы фундамента,  $\text{см}^3$ ;  
 $A$  – площадь подошвы фундамента,  $\text{м}^2$ ;  
 $N$  – нагрузка на основание с учётом веса фундамента, кН.  
 $M'$  – расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента.  
 Расчетное значение момента, действующего на подошву фундамента  $M'$ , кНм, определяется по формуле

$$M' = M + Q(d - 0,35) - N_{ct}a, \quad (2.39)$$

$$M' = 128,63 + 26,09(1,95 - 0,35) - 60 \cdot 0,32 = 189,57 \text{ кНм.}$$

$$P_{max} = N'/A + M'/W = 1865,5/6,3 + 189,57/3,15 = 356,3 \text{ кПа;}$$

$$P_{min} = N'/A - M'/W = 1865,5/6,3 - 189,57/3,15 = 235,9 \text{ кПа.}$$

Условие  $P_{max} \leq 1,2R$  выполняется:  
 $356,3 < 479,33$  кПа.

Условие  $P_{min} \geq 0$  также выполняется:  
 $235,9 > 0$ .

Окончательно принимаю размеры фундамента  $b=2100\text{мм}$ ,  $l=3000\text{мм}$ , с площадью подошвы фундамента  $A=6,3\text{ м}^2$ .

#### 2.4.6 Конструирование столбчатого фундамента

Параметры фундамента:  $b = 2,1\text{ м}$ ,  $l = 3,0\text{ м}$ ,  $A = 6,3\text{ м}^2$ .

Назначим количество и размеры ступеней:

- в направлении  $l$

В направлении  $l$  примем две ступени с высотой ступеней  $h = 300\text{ мм}$  и вылетом ступеней 450 и 600 мм.

- в направлении  $b$

В направлении  $b$  примем две ступени с высотой ступеней  $h = 300\text{ мм}$  и вылетом ступеней 300 мм.

Принимаем столбчатый фундамент двухступенчатым с размерами подколонника 900х900 мм. Вылет ступеней принимаем 300, 450, 600 мм. Высота ступеней составляет 300 мм.

#### 2.4.7 Расчет плитной части фундамента на продавливание

Плитная часть фундамента проверяется расчетом на продавливание. При этом продавливающая сила должна быть воспринята бетонным сечением без постановки поперечной арматуры.

Необходимо проверить условие

$$h_{cf} - d_p < 0,5(l_{cf} - l_c), \quad (2.40)$$

где  $h_{cf}$  – высота подколонника, м;

$d_p$  – глубина стакана, м;

$l_{cf}$  – длина подколонника, м;

$l_c$  – длина колонны, м.

Принимаем:  $h_{cf} = 1,35\text{ м}$ ;  $d_p = 0,9$ ;  $l_{cf} = 0,9\text{ м}$ ;  $l_c = 0,4\text{ м}$ .

Подставляем принятые значения в формулу (2.40), получаем

$$1,35 - 0,9 < 0,5 \cdot (0,9 - 0,4), \quad 0,45 > 0,25.$$

Таким образом, проверку на продавливание ведем как для высокого фундамента. Тогда проверка производится из условия

$$F \leq b_m \cdot h_{0,p} \cdot R_{bt}, \quad (2.41)$$

где  $F$  – сила продавливания по одной, наиболее нагруженной грани фундамента, кН;

$b_m$  – ширина продавливаемой области, м;

$h_{0,p}$  – рабочая высота плитной части фундамента, м;

$R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона, МПа.

Сила продавливания по наиболее нагруженной части фундамента определяется по формуле

$$F = A_0 \cdot p_{\max}, \quad (2.42)$$

где  $A_0$  – площадь металлической пластинки,  $m^2$ ;

$p_{\max}$  – максимальное давление под подошвой фундамента от расчетных нагрузок, кПа.

Принимаем:  $A_0 = 1,05 m^2$ ;  $p_{\max} = 356,3 kPa$ .

Подставляем принятые значения в формулу (2.42), получаем

$$F = 1,05 \cdot 356,3 = 374,12 kH.$$

Ширина продавливаемой области определяется по формуле

$$b_m = b_{cf} + h_{0,p}, \quad (2.43)$$

где  $b_{cf}$  – ширина подколоники, м;

$h_{0,p}$  – то же, что и в формуле (2.41).

$$h_{0,p} = h - h_{cf} - 0,05 = 1,8 - 1,2 - 0,05 = 0,55 m.$$

Принимаем:  $b_{cf} = 0,9 m$ ;  $h_{0,p} = 0,55 m$ .

Подставляем принятые значения в формулу (2.43), получаем

$$b_m = 0,9 + 0,55 = 1,45 m.$$

Принимаем:  $F = 374,12 kH$ ;  $b_m = 1,45 m$ ;  $h_{0,p} = 0,55 m$ ;  $R_{bt} = 660 kPa$  для бетона В12,5.

Подставляем принятые значения в формулу (2.41) и проверяем условие

$$374,12 kH < 1,45 \cdot 0,55 \cdot 660 = 526,35 kH.$$

Условие выполняется, соответственно продавливание плитной части фундамента не наблюдается.

## 2.4.8 Подбор сечения арматуры столбчатого фундамента

В сечениях фундамента возникают изгибающие моменты, определяемые по формуле

$$M_{xi} = \frac{N \cdot c_{xi}^2}{2 \cdot l} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot e_{0x}}{l} - \frac{4 \cdot e_{0x} \cdot c_{xi}}{l^2} \right), \quad (2.44)$$

где  $N$  – расчетная нагрузка на основание без учета веса фундамента и грунта на его обрезах, кН;

$e_{0x}$  – эксцентриситет нагрузки при моменте  $M$ , приведенном к подошве фундамента, м;

$c_{xi}$  – вылет ступени, м.

Эксцентриситет рассчитывается по формуле

$$e_{0x} = M'/N', \quad (2.45)$$

где  $M'$  – наибольший изгибающий момент, действующий на основание, кН·м;

$N'$  – наибольшая вертикальная нагрузка, действующая на фундамент, кН.

$$e_{0x} = 148,8/2105,7 = 0,07 \text{ м.}$$

Подбор арматуры плитной части сводим в таблицу 2.6.

Таблица 2.6 – Подбор площади поперечного сечения рабочей арматуры плитной части столбчатого фундамента

Сечение	Вылет $c_i$ , м	$\frac{Nc_i^2}{2l(b)}$	$1 + \frac{6e_0}{l} - \frac{4e_0c_i}{l^2}$	$M$ , кН*м	$\alpha_m$	$\xi$	$h_{0,i}$	$A_s$ , см <sup>2</sup>
1-1	0,3	27,9	1,13	31,53	0,032	0,984	0,25	3,51
2-2	0,6	111,6	1,12	124,99	0,026	0,987	0,55	6,31
3-3	1,1	375,1	1,11	416,36	0,008	0,995	1,75	6,55
1'-1'	0,45	89,7	1	89,7	0,064	0,967	0,25	10,17
2'-2'	1,05	488,25	1	488,25	0,072	0,962	0,55	25,28
3'-3'	1,55	1064,0	1	1064,0	0,015	0,993	1,75	16,77

Армируется подошва фундамента одной сеткой с рабочей арматурой класса А – 400 в двух направлениях. Шаг рабочей арматуры принимается 200 мм. Исходя из этого, в направлении  $l$  сетка имеет 16 стержней, в направлении  $b$  – 12 стержней. Диаметр арматуры в направлении  $l$  принимаем 12 мм (для 16Ø12 А – 400 – 18,07 см<sup>2</sup>), в направлении  $b$  – 16 мм (для 12Ø16 А – 400 – 30,54 см<sup>2</sup>). Длины стержней принимаем соответственно 2050 и 2950 мм.

Подколонник армируем двумя сетками С-2, принимая рабочую (продольную) арматуру конструктивно Ø12 А – 400 с шагом 200 мм, поперечную Ø6 А – 240 с шагом 600 мм. Длина рабочих стержней 1750 мм, количество в сетке – 6. Длина поперечной арматуры – 850 мм, количество стержней в сетке – 3.

Стенки стакана армируются сеткой С – 3 с рабочей арматурой класса А – 400 в двух направлениях. Шаг рабочей арматуры принимается 200 мм. Исходя из этого, в направлении  $l$  сетка имеет 4 стержней, в направлении  $b$  – 4 стержней. Диаметр арматуры принимаем конструктивно - Ø10 мм



## **2.5 Проектирование свайного фундамента**

### **2.5.1 Назначение вида сваи и ее параметров**

В данном проекте проектируются висячие сваи, опирающиеся на сжимаемые грунты и передающие нагрузку острием и боковой поверхностью.

Глубина заложения подошвы ростверка зависит от конструктивного решения подземной части здания и высоты ростверка. На стадии эскизного проектирования для бесподвальных зданий рекомендуется глубина заложения ростверка, равная отметке дна стакана и увеличенная на толщину плиты: 250 мм. Так как планируется жесткое сопряжение сваи с ростверком, толщину плиты принимаем 600мм.

Высота ростверка принимается равной:

$$900+600=1500\text{мм}$$

Глубина заложения ростверка равна:

$$1500+200=1700\text{мм.}$$

Длину сваи устанавливают следующим образом. Отметку головы сваи для определения ее длины принимают на 0,45м выше отметки подошвы ростверка с последующей разбивкой при жестком сопряжении ростверка и сваи.

Предварительную отметку острия сваи принимают, исходя из требований: прорезка слабого слоя, минимальная длина заглубления в более прочный грунт и т.д. Таким образом, длину сваи приравнивают к ближайшему размеру сортамента. После определения типовой сваи корректируют отметку ее острия.

Длина сваи составляет:

$$0,45+4,0+0,35=4,8\text{м}=5\text{м.}$$

Выбираем для дальнейшего проектирования сваю С50.30, с вариантом армирования 4-12А500, классом бетона В20, расходом бетона  $0,46\text{м}^3$ , массой арматуры 27,1кг, массой сваи 1150кг.

### **2.5.2 Определение несущей способности забивной сваи**

По характеру работы в грунте в зависимости от условий опирания нижнего конца проектируемые сваи следует отнести к висячим, так как они не опираются на малосжимаемый грунт (скальный, крупнообломочный с песчаным заполнителем т.д.), а основанием их служит песок крупный средней плотности, насыщенный водой. Эти сваи работают как за счет сопротивления грунта по боковой поверхности, так и за счет сопротивления грунта под нижним концом. Расчет несущей способности сваи представлен в таблице 2.7.

Таблица 2.7 – Расчет несущей способности сваи

Отметка поверхности	Инженерно – геологическая колонка	Свая	Толщина слоя h, м	Расстояние от поверхности до середины слоя, м	f <sub>i</sub> , кПа	f <sub>i</sub> h <sub>i</sub> , кН/м
0.000	Насыпной грунт k=1,25		1,1			
-1.100			0,7			
-1.250	Гравийный грунт с супесчаным заполнителем		1,1	2,35	30	33
-1.800			0,9	3,35	20,7	18,63
-2.900	Супесь галечниковая		0,4	4,0	22	8,8
W/L -3.800	Супесь щебенчатая		1,7	5,0	24	40,8
-4.200			0,35	6,95	45,4	15,89
-5.900	Щебенистый грунт с суглинистым заполнителем		Σ f <sub>i</sub> h <sub>i</sub> =117,12 кПа R=7254 кПа			
-6.250						

Несущую способность забивной висячей сваи (кН) определяют по формуле

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i), \quad (2.46)$$

где  $\gamma_c$  – коэффициент условий работы сваи в грунте;  
 $R$  – расчетное сопротивление грунта под нижним концом сваи, кПа;  
 $A$  – площадь поперечного сечения сваи, м<sup>2</sup>;  
 $u$  – периметр поперечного сечения сваи, м;  
 $f_i$  – расчетное сопротивление  $i$ -го слоя грунта основания на боковой поверхности сваи, кПа;  
 $h_i$  – толщина  $i$ -го слоя грунта у боковой поверхности сваи, м;  
 $\gamma_{cR}$ ,  $\gamma_{cf}$  – коэффициенты условий работы соответственно под нижним концом и на боковой поверхности, учитывающие способ погружения и принимаемые при погружении свай марок С.

Принимаем:  $\gamma_c = 1$ ;  $R = 3610$  кПа;  $A = 0,09$  м<sup>2</sup>;  $u = 1,2$  м;  $\gamma_{cR} = 1$ ;  $\gamma_{cf} = 1$ .

Подставим принятые значения в формулу (2.46)

$$F_d = \gamma_c \cdot (\gamma_{cR} \cdot R \cdot A + u \cdot \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i) = 1 \cdot (1 \cdot 3610 \cdot 0,09 + 1,2 \cdot 370,9) = 770 \text{ кН};$$

Для определения числа свай в фундаменте необходимо назначить допускаемую нагрузку на одну сваю. Ориентировочные ее значения равны:

$$F_d / \gamma_K = 770 / 1,4 = 550 \text{ кН},$$

где  $\gamma_K$  – коэффициент надежности.

### 2.5.3 Определение числа свай в фундаменте и эскизное конструирование ростверка

Число свай в фундаменте устанавливается исходя из условия максимального использования их несущей способности:

$$n=N_{0I}/(F_d/\gamma_K-\bar{A}\cdot d_p\cdot\gamma_{mt}), \quad (2.47)$$

где  $N_{0I}$  – максимальная сумма расчетных вертикальных нагрузок, действующих на обресе ростверка:  $N_{0I}=N_{max}+N_{ст}=1800+60=1860$  кН;

$\bar{A}$  - площадь ростверка, приходящаяся на одну сваю;

$\gamma_{mt}$  - средний удельный вес ростверка и грунта на его обрезах, 20 кН/м<sup>3</sup>;

$d_p$  – глубина заложения ростверка, м.

Принимаем:  $N_{0I}=1860$  кН;  $F_d/\gamma_K=550$  кН;  $\bar{A}=0,9$  м<sup>2</sup>;  $\gamma_{mt}=20$  кН/м<sup>3</sup>;  $d_p=1,7$  м.

Подставим принятые значения в формулу (2.47)

$$n=1860/(550-0,9\cdot1,7\cdot20)=3,58 \text{ шт};$$

Полученное значение  $n$  округляется до целого числа в сторону большего и количество свай в кусте равно 4 шт.

Размещение свай в кустах ведется с учетом следующих требований:

1. Центр тяжести должен совпадать (или находиться возможно ближе) с точкой приложения равнодействующей постоянных нагрузок;
2. Расстояние между осями забивных свай не менее  $3d$  ( $d$  - сторона квадратного поперечного сечения свай);

Конструирование начинают с размещения свай и определения размеров ростверка в плане.

Свесы ростверков со свай составляют не менее 150 мм. Размеры монолитного ростверка в плане должны быть кратны 300 мм, а по высоте -150 мм.

Ориентировочно вес ростверка, кН, определяется по формуле

$$G_p=b_p l_p d_p \gamma_{mt}, \quad (2.48)$$

где  $b_p$  и  $l_p$  - размеры ростверка в плане, м;

$d_p$  - высота ростверка, м;

$\gamma_{mt}$  - среднее значение его удельного веса и грунта, кН/м<sup>3</sup>.

Принимаем:  $b_p=1,5$  м;  $l_p=1,5$  м;  $d_p=1,5$  м;  $\gamma_{mt}=22$  кН/м<sup>3</sup>.

Подставим принятые значения в формулу (2.48)

$$G_p=1,5\cdot1,5\cdot1,5\cdot22=74,25\text{кН}.$$

### Определение нагрузок

Определение нагрузок представлено в таблице 2.8.

Таблица 2.8 – Определение нагрузок

Вид расчета	Комбинация	N, кН	M, кН·м	Q, кН
Для расчета тела фундамента по I предельному состоянию	I	$N_{\max} + N_{\text{ст.}} = 1800 + 60 = 1860$	$M_{\text{соот.}} - N_{\text{ст.}} \cdot a = 120 - 60 \cdot 0,32 = 100,8$	$Q_{\text{соот.}} = 30$
	II	$N_{\text{соотв.}} + N_{\text{ст.}} = 1750 + 60 = 1810$	$-M_{\max} - N_{\text{ст.}} \cdot a = 125 - 60 \cdot 0,32 = 105,8$	$-Q_{\text{соот.}} = 30$
Для расчета основания по II предельному состоянию	I	$N_{\max} + N_{\text{ст.}} + N_{\text{ф.}} = 1800 + 60 + 84,48 = 1944,48$	$M_{\text{соотв.}} + Q(d - 0,15) - N_{\text{ст.}} \cdot a = 120 + 30 \cdot (1,8 - 0,15) - 60 \cdot 0,32 = 150,3$	$Q = 30$
	II	$N_{\text{соотв.}} + N_{\text{ст.}} + 1,1 \cdot G = 1750 + 60 + 1,1 \cdot 74,25 = 1891,68$	$-M_{\max}/1,15 - Q(d - 0,15)/1,15 - N_{\text{ст.}} \cdot a/1,1 = 125/1,15 + 30 \cdot (1,8 - 0,15)/1,15 - 60 \cdot 0,32/1,1 = 134,29$	$-Q/1,15 = 30/1,15 = 26,09$

Сбор нагрузок осуществляется следующим образом. Для расчета тела фундамента нагрузки принимаются по заданию. Для расчета основания свайного фундамента на отметке подошвы ростверка значения нагрузок принимают без деления на коэффициенты (расчет по несущей способности). При этом, значения веса фундамента  $G$  умножают на коэффициент 1,1.

#### 2.5.4. Расчет свайного фундамента по несущей способности грунта основания

Расчет свайного фундамента выполняют по 1-ой группе предельных состояний. При этом должно удовлетворяться условие:

$$N_C < F_d / \gamma_K, \quad (2.49)$$

где  $N_C$  – наибольшая расчетная нагрузка, передаваемая на сваю, кН;

$F_d$  – несущая способность сваи, кН;

$\gamma_K$  – коэффициент надежности; при определении несущей способности расчетом он равен 1,4.

Расчетная нагрузка на сваю при действии моментов в одной плоскости определяется по формуле

$$N_{ci} = N' / n \pm M' \cdot x_i / \sum x_i^2, \quad (2.50)$$

где  $N'$  и  $M'$  – соответственно расчетные усилия в неблагоприятных сочетаниях и комбинациях, при которых расчетное усилие в свае наибольшее; при определении вертикального усилия к расчетной нагрузке добавляют вес свай с коэффициентом надежности 1,1;

$n$  – число свай в фундаменте;



$x$  – расстояние в плоскости действия момента от главной оси куста до сваи, усилие в которой определяется;

$x_i$  – расстояние от главной оси до каждой из свай.

Для крайних свай в кусте возможно превышение  $F_d/\gamma_k$  на 20%.

Нагрузки на сваи:

I комбинация:

$$N_{св}^{1,2} = 1944,48/4 - 150,3 \cdot 0,45/4 \cdot 0,45^2 = 402,6 \text{ кН} < 660 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4} = 1944,48/4 + 150,3 \cdot 0,45/4 \cdot 0,45^2 = 569,6 \text{ кН} < 660 \text{ кН}.$$

II комбинация:

$$N_{св}^{1,2} = 1894,48/4 - 134,29 \cdot 0,45/4 \cdot 0,45^2 = 399 \text{ кН} < 660 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4} = 1894,48/4 + 134,29 \cdot 0,45/4 \cdot 0,45^2 = 548,2 \text{ кН} < 660 \text{ кН};$$

Условие  $N_c < F_d/\gamma_k$  соблюдается во всех комбинациях и во всех нагрузках. Нагрузки на сваи сведены в таблицу 2.9

Таблица 2.9 – Нагрузка на сваи

Комбинация	№сваи	$N_{св}$ , кН
I	1,2	402,6
	3,4	596,6
II	1,2	399,0
	3,4	548,2

### 2.5.5 Выбор сваебойного оборудования. Назначение расчетного отказа

Критериями контроля несущей способности свай при погружении являются глубина погружения и отказ. От глубины погружения зависит величина несущей способности.

Сваебойное оборудование выбирают с учетом его производительности, соотношения массы молота и массы сваи, климатических факторов и т.д.

Предварительный подбор молота рекомендуется производить по отношению массы ударной части  $m_4$  и массы сваи  $m_2$ . Это отношение изменяется от 0,8 до 1,5 в зависимости от плотности грунтов и типа дизель-молотов.

Принимаем  $m_4/m_2 = 1,5$ , тогда  $m_4 = m_2 = 1,725$  т.

Выбираем по вышеуказанному условию трубчатый дизель молот СП-7, масса ударной части которого равна 3т, энергия удара 42,4 кДж, полная масса молота 4,7 т.

Определенная несущая способность сваи должна быть подтверждена при забивке достижением сваей расчетного отказа  $S_a$ , который рассчитывается по формуле:

$$S_a = [E_d \cdot \eta \cdot A / F_d \cdot (F_d + \eta \cdot A)] \cdot [(m_1 + 0,2 \cdot (m_2 + m_3)) / m_1 + m_2 + m^3], \quad (2.51)$$

где  $E_d$  – расчетная энергия удара для выбранного молота, кДж;

$m_1$  – полная масса молота, т;

$m_2$  – масса сваи, т;

$m_3$  – масса наголовника, т;

$A$  – площадь поперечного сечения сваи,  $m^2$ ;

$\eta$  – коэффициент, для железобетонных свай - 1500 кН/ $m^2$ ;

$F_d$  – несущая способность сваи, кН.

Принимаем:  $E_d = 42,4$  кДж;  $m_1 = 4,7$  т;  $m_2 = 1,15$  т;  $m_3 = 0,2$  т;  $A = 0,09$   $m^2$ ;  $\eta = 1500$  кН/ $m^2$ ;  $F_d = 770$  кН.

Подставим принятые значения в формулу (2.51)

$$S_a = [42,4 \cdot 1500 \cdot 0,09 / (770 \cdot (770 + 1500 \cdot 0,09))] \cdot [(4,7 + 0,2 \cdot (1,15 + 0,2)) / 4,7 + 1,15 + 0,2] = 0,0063 \text{ м}.$$

Значение расчетного отказа должно больше 0,002м, и заключается в интервале 0,005-0,01м.

## 2.5.6 Конструирование свайного фундамента

Назначение размеров стакана и подколонника в монолитном ростверке производят аналогично фундаменту мелкого заложения: для колонн с размером поперечного сечения 400х400 мм сечение подколонника следует принимать 900х900 мм. Глубина стакана при этом составляет 800 мм. Отметка верхнего обреза фундамента принимается – 0,200м. Размеры стакана понизу принимается на 100мм больше размеров сечения колонны, поверху – больше на 150мм. Продольная ось колонны совмещается с геометрическим центром подошвы фундамента.

Размеры ростверка 600мм и составляют  $b = 1500$ мм,  $l = 1500$ мм, а расстояние от его грани до грани сваи не менее 150мм.

Также назначается количество ступеней – одна. Вылет ступеней с обеих сторон 300мм.

Сопряжение ростверка со сваями принято жестким, так как присутствуют пучинистые грунты, при этом арматура замоноличивается в ростверк на величину, не менее 20  $\varnothing A500$ , принимаю 400мм.

При заделке сваи на глубину 50мм арматурные сетки плиты укладываются на головы свай.

Класс бетона для ростверков по прочности на сжатие принят В20, по морозостойкости – F150. Армирование подошвы осуществляется сетками из стержней арматуры А400.

Ростверк армируется двумя сетками с рабочей арматурой класса А – 400 в двух направлениях. Шаг рабочей арматуры 200 мм. Исходя из этого, в направлении l сетка имеет 8 стержней, в направлении b – 8 стержней.

Ростверк армируется следующим образом: плита – сетками С1 из стержней класса А-400 Ø14 мм, с шагом 200 мм и вертикальными стержнями А-400 Ø12 мм, с шагом 400 мм; подколонник – семью сетками С2, расположенными горизонтально, и вертикальными стержнями А-400 Ø12 мм, с шагом 200 мм.

**Расчетом на продавливание плитной части колонной** проверяется достаточность принятой высоты ростверка. Пирамида продавливания образуется плоскостями, проведенным от дна стакана под углом  $45^0$  до центра рабочей арматуры плиты (на 50мм выше подошвы ростверка).

Суть проверки на продавливание заключается в том, чтобы продавливающая сила не превысила прочность на растяжение по граням пирамиды продавливания.

Проверка производится из условия:

$$F < (2 \cdot R_{bt} \cdot h_{op} / \alpha) \cdot [ h_{op} / c_1 \cdot (b_c + c_2) + h_{op} / c_2 \cdot (l_c + c_1) ], \quad (2.52)$$

где  $F$  – расчетная продавливающая сила, равная удвоенной сумме усилий в сваях, расположенных с одной наиболее нагруженной стороны от оси колонны и находящихся за пределами нижнего основания пирамиды продавливания, усилия в сваях определяются от нагрузки, приложенной к обрезу ростверка;

$\alpha$  – коэффициент не менее 0,85, принимаемый равным:

$$\alpha = 1 - (0,4 R_{bt} A_C / N_{max}); \quad (2.53)$$

где  $R_{bt}$  – расчетное сопротивление бетона ростверка растяжению, равное 0,9МПа, при классе бетона В20, ( $R_{bt}$  следует умножить на коэффициенты  $\gamma_{b2}=1,1$  и  $\gamma_{b3}=0,85$ );

$A_C$  – площадь боковой поверхности колонны, заделанной в стакан фундамента,  $m^2$ ;

$h_{op}$  – рабочая высота плиты, м;

$c_1$  и  $c_2$  – расстояния от грани колонны соответственно с размерами  $b_c$  и  $l_c$  до внутренней грани ближайшего ряда свай, расположенных за пределами пирамиды продавливания (не более  $h_{op}=550$ мм и не менее  $0,4h_{op}=220$ мм).

Принимаем:  $R_{bt}=900 \cdot 1,1 \cdot 0,85=841,5$  кПа;  $N_{max}=1860$  кН;

$A_c=2 \cdot (b_c+l_c) \cdot d_c=2 \cdot (0,4+0,4) \cdot 0,75=1,2$  м<sup>2</sup>.

Подставим принятые значения в формулу (2.53)

$$\alpha = 1 - (0,4 \cdot 841,5 \cdot 1,2 / 1860) = 0,78, \text{ принимаем } \alpha = 0,85;$$

Усилия в сваях:

I комбинация:

$$N_{св}^{1,2}=1860/4-100,8\cdot0,45/4\cdot0,45^2=409 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4}=1860/4+100,8\cdot0,45/4\cdot0,45^2=521 \text{ кН}.$$

II комбинация:

$$N_{св}^{1,2}=1810/4-105,8\cdot0,45/4\cdot0,45^2=393,7 \text{ кН};$$

$$N_{св}^{3,4}=1810/4+105,8\cdot0,45/4\cdot0,45^2=511,3 \text{ кН}.$$

Полученные усилия в сваях сведены в таблицу 2.10

Таблица 2.10 – Усилия в сваях

Комбинация	№свай	$N_{св}$ , кН
I	1,2	409
	3,4	521
II	1,2	393,7
	3,4	511,3

Принимаем для расчета продавливающую силу по I комбинации, как наибольшую:

$$F=2\cdot(N_{св1,2}+N_{св3,4})=2\cdot(409+521)=1860 \text{ кН}.$$

Принимаем:  $F=1860 \text{ кН}$ ;  $R_{bt}=900\cdot1,1\cdot0,85=841,5 \text{ кПа}$ ;  $h_{op}=0,55 \text{ м}$ ;  
 $A_c=2\cdot(b_c+l_c)\cdot d_c=2\cdot(0,4+0,4)\cdot0,75=1,2 \text{ м}^2$ ;  $c_1=0,5 \text{ м}$ ;  $c_2=0,5 \text{ м}$ .

Подставим полученные значения в формулу (2.52)

$$1860 < (2\cdot841,5\cdot0,55/0,85)\cdot[0,55/0,5\cdot(0,4+0,5)+0,55/0,5\cdot(0,4+0,5)];$$

$$1860 < 2156,2 \text{ кН}.$$

Условие выполняется.

**Проверка на продавливание ступени ростверка угловой сваей** не производится, так как каждая из свай заходит за обе грани подколонника в плане более чем на 50 мм.



## 2.6 Расчет стоимости и трудоемкости возведения столбчатого и свайного фундаментов

Для того чтобы осуществить технико-экономическое сравнение вариантов, необходимо произвести расчет стоимости и трудоемкости устройства фундамента. Расчет ведем в ценах 1984 г. Калькуляция затрат труда и стоимости работ столбчатого фундамента приведена в таблице 2.11, свайного – в таблице 2.12.

Таблица 2.11 – Калькуляция затрат труда и стоимости работ столбчатого фундамента

Номер расценки	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				На единицу	Всего	На единицу	Всего
1-169	Разработка экскаватором грунта 2-ой группы	1000 м <sup>3</sup>	0,088	112	9,86	10,2	0,9
1-936	Ручная разработка грунта под подошвой фундамента	м <sup>3</sup>	2,05	1,01	2,07	1,64	3,36
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м <sup>3</sup>	0,05	18,9	0,95	-	-
6-1	Устройство бетонной подготовки (В-7,5)	м <sup>3</sup>	0,74	29,37	21,74	1,37	1,01
6-7	Устройство железобетонного фундамента объемом до 10 м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	3,8	38,53	146,41	4,10	15,58
Ценник	Арматура стержневая А-240; А-400	т	0,146	240	35,1	-	-
ИТОГО					216,13		20,85

Таблица 2.12 – Калькуляция затрат труда и стоимости работ свайного фундамента

Номер расценки	Наименование работ и затрат	Единица измерения	Объем	Стоимость, руб.		Трудоемкость, чел-ч	
				На единицу	Всего	На единицу	Всего
1	2	3	4	5	6	7	8
1-169	Разработка экскаватором грунта 2-ой группы	1000 м <sup>3</sup>	0,052	112	5,8	10,2	0,53
1-321	Обратная засыпка грунта слоями с уплотнением	1000 м <sup>3</sup>	0,048	18,9	0,9	-	-
5-4	Погружение свай длиной до 8 м в грунт 2 гр.	м <sup>3</sup>	1,8(0,45)	18,5	33,3	3,51	6,32
5-31	Срубка свай площадью до 0,1 м <sup>2</sup>	свая	4	1,19	4,76	0,96	3,84
Ценник	Стоимость свай	пог.м	20	7,48	149,6	-	-
6-1	Устройство бетонной подготовки (В-7,5)	м <sup>3</sup>	0,25	29,37	7,34	1,37	0,34
6-7	Устройство ростверка объемом до 10 м <sup>3</sup>	м <sup>3</sup>	1,9	42,76	81,24	6,66	60,11
Ценник	Арматура стержневая А-240; А-400	т	0,12	240	28,8	-	-
ИТОГО					311,74		37,16

### Сравнение вариантов

Анализ технико-экономических показателей показал, что столбчатый фундамент является более экономичным, и менее трудоемким, чем фундамент из забивных свай.

Стоимость возведения столбчатого фундамента на 30 % ниже стоимости возведения свайного фундамента, трудоемкость ниже на 44%.

Из вышесказанного ясно видно, что дороже и трудозатратнее возвести свайный фундамент, но так как инженерно-геологические условия площадки строительства неблагоприятные – имеются пучинистые грунты: супеси и грунты с супесчаным заполнителем – то принимаю к дальнейшему проектированию свайный фундамент как наиболее надежный.

## **Технология строительного производства**

### **3 Технология строительного производства**

#### **3.1 Технологическая карта на монтаж ограждающих конструкций**

##### **3.1.1 Область применения**

Технологическая карта разрабатывается на монтаж сэндвич-панелей для гипермаркета "Лента". Тех. карта предназначена для нового строительства. Общий объем работ монтажа панелей составляет 4106 м<sup>2</sup>.

Монтаж производится в соответствии с графиком, в установленные сроки.

##### **3.1.2 Общие положения**

Производство и приемку работ при монтаже Сэндвич-панелей надлежит выполнять в соответствии с требованиями строительных норм и правил СП 70.13330.2012 "Несущие и ограждающие конструкции", СНиП 12.03-2001, СНиП 12.04-2002 «Безопасность труда в строительстве», правил пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ, с требованиями органов государственного надзора, а также руководствоваться данным ППР.

Даная технологическая карта дана на монтаж трёхслойных стеновых сэндвич-панелей ТУ 5284-001-74932819-2006. За относительную отметку 0.000 принят уровень чистого пола. Рабочие чертежи разработаны в соответствии с действующими нормами и стандартами.

##### **3.1.3 Организация и технология выполнения работ**

###### **Подготовительные работы:**

- оформление разрешительной, исполнительной и технической документации;
- организация рабочей зоны строительной площадки;
- транспортировка и складирование оборудования и материалов;
- после установки кран испытать в соответствии с ПБ 10-382-00;
- подготовить и испытать монтажную оснастку (стропы, монтажные скобы, траверсы) и монтажные приспособления (инвентарные лестницы L=16м, страховочные тросы).

Основанием для начала работ по монтажу сэндвич-панелей служит Акт технической готовности каркаса здания. К акту приемки прилагают исполнительные геодезические схемы с нанесением положения опорных поверхностей в плане и по высоте.

До начала монтажа сэндвич-панелей генеральным подрядчиком (заказчиком) должны быть полностью закончены и приняты следующие работы:

- монтаж металлических конструкций;

- произведена обратная засыпка пазух траншей и ям;
- грунт спланирован в пределах нулевого цикла;
- устроены временные подъездные дороги для автотранспорта;
- подготовлены площадки для складирования материала и работы крана;
- должна быть организована рабочая зона строительной площадки.

До начала монтажа ограждения здания необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

- выполнить ограждение строительной площадки, обустроить площадки под складирование конструкций и материалов, подготовить площадки для работ машин и механизмов. Установить бытовые и подсобные помещения;
- выполнить подвод и устройство внутриплощадочных инженерных сетей, необходимых на время выполнения строительно-монтажных работ;
- обеспечить площадку связью для оперативно-диспетчерского управления производством работ;
- выполнить устройство внутриплощадочных временных и постоянных дорог, подъездных путей;
- подготовить конструкции и соединительные детали, необходимые для монтажа сэндвич-панелей, прошедшие входной контроль;
- доставить в зону монтажа конструкций необходимые монтажные приспособления, оснастку и инструменты.
- подготовить знаки для ограждения опасной зоны при производстве работ.

Сэндвич-панели доставляются непосредственно к объекту работ в виде пакетов, далее сортируются и раскладываются в порядке удобном для монтажа здания.

При погрузочно-разгрузочных работах, транспортировании и хранении сэндвич-панели и фасонные элементы необходимо оберегать от механических повреждений, для чего их следует укладывать в устойчивом положении на деревянные подкладки и закреплять (при перевозках) с помощью инвентарных креплений, таких как зажимы, хомуты, турникеты, кассеты и т.п.

Деформированные конструкции следует выбраковывать и передавать заказчику по акту входного контроля для замены. Запрещается сбрасывать сэндвич-панели и фасонные элементы с транспортных средств или волочить их по любой поверхности. Во время погрузки следует применять стропы из мягкого материала.

На центральном складе Генподрядчика конструкции хранятся на открытых, спланированных площадках с покрытием из щебня или песка (Н=5...10см) укрытыми дорожными плитами в штабелях с прокладками в том же положении, в каком они находились при перевозке.

Прокладки между конструкциями укладываются одна над другой строго по вертикали. Сечение прокладок и подкладок обычно квадратное, со сторонами не менее 25 см. Размеры подбирают одинаковые.



Зоны складирования разделяют сквозными проходами шириной не менее 1,0 м через каждые два штабеля в продольном направлении и через 25,0 м в поперечном. Для прохода к торцам изделий между штабелями устраивают разрывы, равные 0,7 м. Между отдельными штабелями оставляют зазор шириной не менее 0,2 м, чтобы избежать повреждений элементов при погрузочно-разгрузочных операциях. Монтажные маркировки должны быть обращены в сторону прохода.

Хранение сэндвич-панелей необходимо осуществлять в заводской упаковке на складских площадях которые обеспечивают защиту от воздействия окружающей среды, а осадков, причем высота штабеля панелей должна быть более 1,5 м.

В зоне монтажа, непосредственно перед проведением монтажных работ допустимо непродолжительное хранение панелей при соблюдении следующих условий: наличие покрытия панелей слоем картона, препятствующего попаданию прямых солнечных лучей, соблюдение целостной заводской упаковки. Не рекомендуется хранить панели более 1 месяца.

Несоблюдение этих условий хранения, может привести к невозможности снятия защитной пленки с поверхности сэндвич-панели.

Площадки для хранения сэндвич-панелей должны удовлетворять следующим требованиям:

- горизонтальный уклон не более 3 градусов
- значение отклонения плоскости должно быть менее или равно 0,5 см.

### **Монтажная резка и сверловка**

Монтажная резка совершается с помощью ножниц и пил, позволяющих исключительно холодную резку (электролобзик или ручная циркулярная пила).

В том случае, если происходит перегрев металлического покрытия панели, то может нарушиться противокоррозионный слой.

Запрещено использовать шлифовальные машины, устройства плазменной резки, которые приводят к значительному выделению тепла и искрообразованию.

Если объем резки не очень большой, то можно использовать ручные или электрические ножницы по металлу. При таком варианте обе металлические обшивки панелей нужно распиливать по отдельности.

Очищайте поверхность панелей от металлической стружки после каждой резки или сверловки при помощи напильника. Не забывайте очищать замки панелей.

Нельзя наносить маркировку острыми предметами на поверхность панелей.

### Крепление сэндвич-панелей

Сэндвич-панели нужно крепить к опорной конструкции, потому что они являются несущими элементами ограждения.

В нашем случае панель крепится к фахверку, поэтому при креплении используются самонарезающие шурупы из закаленной углеродистой стали с прокладкой шайбы из эластомерного уплотняющего материала.

Расстояние от края панели до самореза должно быть не менее 50 мм.

Крепление панелей к подконструкции представлено на рисунке 3.2.

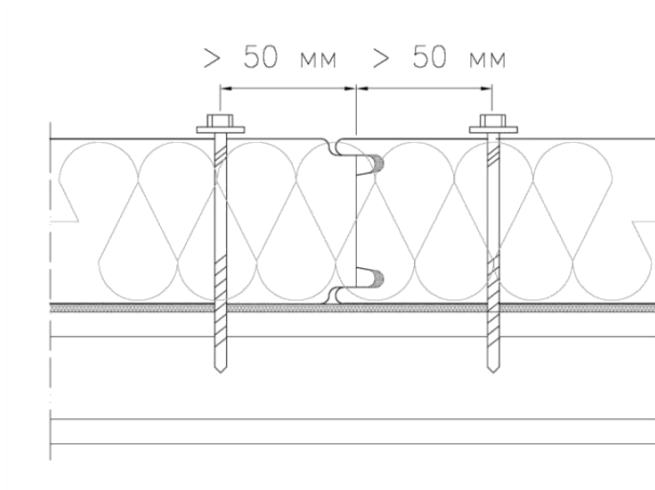


Рисунок 3.2 – Крепление панелей к подконструкции

Все соединительные элементы должны располагаться под углом в  $90^\circ$ .

Для того чтобы закрепить панели и фасонные элементы, нужно использовать специализированный монтажный инструмент: электродрель и высокооборотный шуруповерт.

Шурупы с уплотняющей шайбой необходимо ввинчивать до самого глубокого упора. В целях избегания деформации уплотняющей шайбы – установите на шуруповерте величину крутящего момента затяжки шурупа. Правильность посадки шурупов представлена на рисунке 3.3.

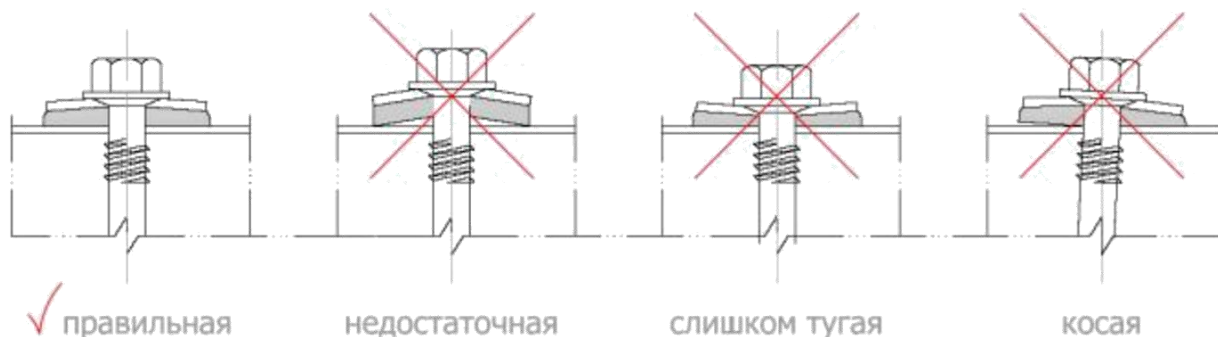


Рисунок 3.3 – Посадка шурупов

Перед тем как начать монтаж сэндвич-панелей удалить лишний утеплитель.

Необходимо удалять защитную пленку в местах, где находятся замки и шурупы. Полностью же пленка удаляется только перед полным окончанием монтажных работ.

### **Монтаж стеновых панелей**

Монтаж сэндвич-панелей начинается снизу (от цоколя) вверх.

Сначала поднимайте первую панель при помощи грузоподъемных приспособлений и устанавливайте ее на опорную цокольную подконструкцию именно в то место, которое предусмотрено проектом. Потом проверьте вертикальность панели и то, как соблюдается плоскостность стены. Если это необходимо, то выровняйте положение первой панели. Именно от этого первого шага и будет зависеть насколько правильно будет выполнен весь дальнейший монтаж.

Схема порядка монтажа угловых панелей представлена на рисунке 3.4.

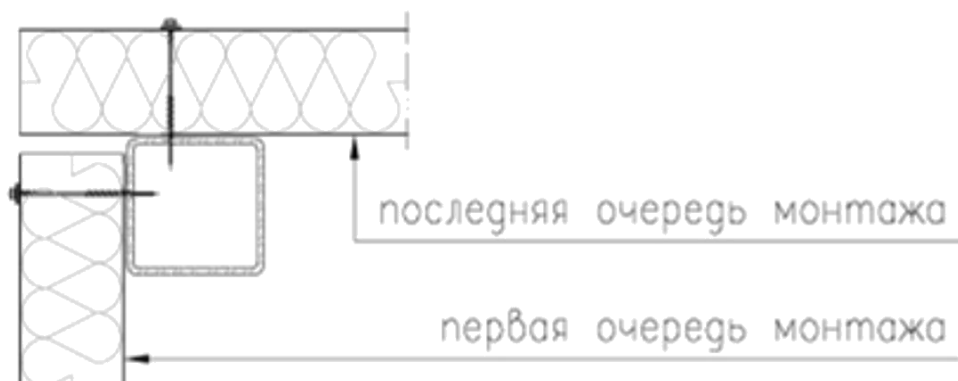


Рисунок 3.4 – Схема порядка монтажа угловых панелей

Зафиксируйте панель к опорной конструкции с помощью саморезов. После этого сделайте расстроповку сэндвич-панели. В процессе всех действий не забывайте следить, чтобы панель не повредилась.

Точно также проходит монтаж и всех последующих панелей.

### **Организация продольного стыка стеновых панелей**

Соединение стеновых панелей между собой представлено на рисунке 3.5.

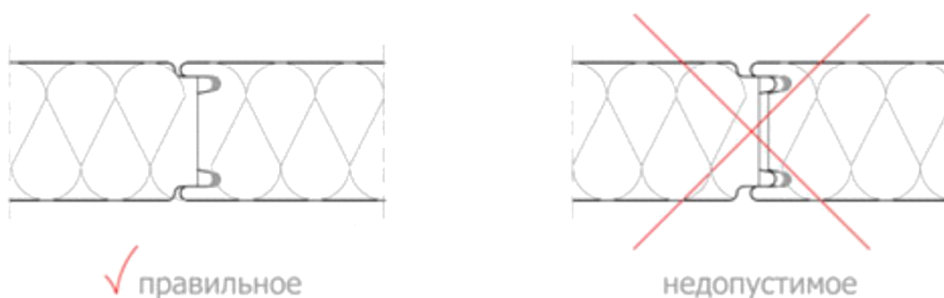


Рисунок 3.5 – Соединение стеновых панелей между собой

Так как климатические условия неблагоприятные, то с внутренней стороны стеновой панели в оба паза замка закладывается силиконовый герметик.

В замок закладывается силиконовый герметик.

Герметик закладывается именно перед установкой каждой панели.

Работа с герметиком допустима только в температурных условиях, которые указаны производителем герметика.

### **Поперечный стык стеновых панелей**

Швы уплотняют монтажной пеной.

Технологический шов должен быть не меньше 15 мм, если длина панели до 4 м. И шов не менее 20 мм, если длина более 4 м.

Швы будут закрываться фасонными элементами (поз.2). Они должны быть изготовлены по чертежам в соответствии с проектом. Поперечный стык стеновых панелей представлен на рисунке 3.6.

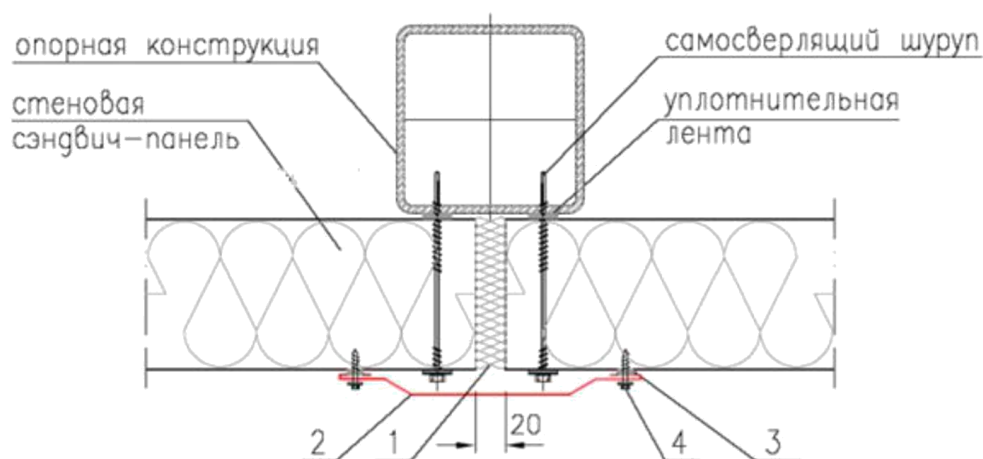


Рисунок 3.6 – Поперечный стык стеновых панелей

Только после окончания монтажа можно начать установку фасонных элементов. Ее необходимо проводить снизу вверх и начинать с цокольного отлива. После этого очередность ее монтажа может проводиться в любом порядке, главное – герметичность всех оформляемых узлов.

Не менее 50 мм должен быть внахлест вертикальных фасонных элементов и расположение сверху вниз.

Не забывайте обрабатывать герметиком все наружные фасонные элементы изнутри (поз.3).

Прикреплять фасонные элементы нужно самосверлящими шурупами (поз.4) или заклепками с шагом 300 мм. Обычно помимо этого используются цветные колпачки для того, чтобы декорировать элементы крепления.

Доверьте подрезку и подгонку только специалисту, который имеет опыт выполнения жестяных работ.

## Монтаж кровельных панелей

Перед началом производства работ произвести очистку замковых частей панелей от выступающего клея и утеплителя. Излишки удалять деревянным скребком. На несущих конструкциях кровли необходимо устроить рабочий настил из доски.

Монтаж кровельных панелей необходимо начинать по рядам снизу-вверх в направлении к коньку.

Строповку кровельной панели осуществлять на приобъектном складе струпцинами или вакуумным захватом. При строповке и подъёме панели необходимо следить за отсутствием повреждения панели.

Кровельные панели монтируются таким образом, чтобы верхний ряд панелей нахлёстывал нижний, величина нахлёста составляет 150-300 мм, в зависимости от уклона кровли.

Перед монтажом произвести вырез утеплителя панели с учётом нахлёста. Обрезку панелей второго и последующих рядов необходимо производить на месте монтажа панелей, для этого необходимо обрезать нижний лист панели на необходимое расстояние и вырезать утеплитель. Особенно тщательно вырезку сердечника необходимо произвести в трапециевидных гофрах.

Монтаж кровельных сэндвич-панелей внахлест представлен на рисунке 3.7.

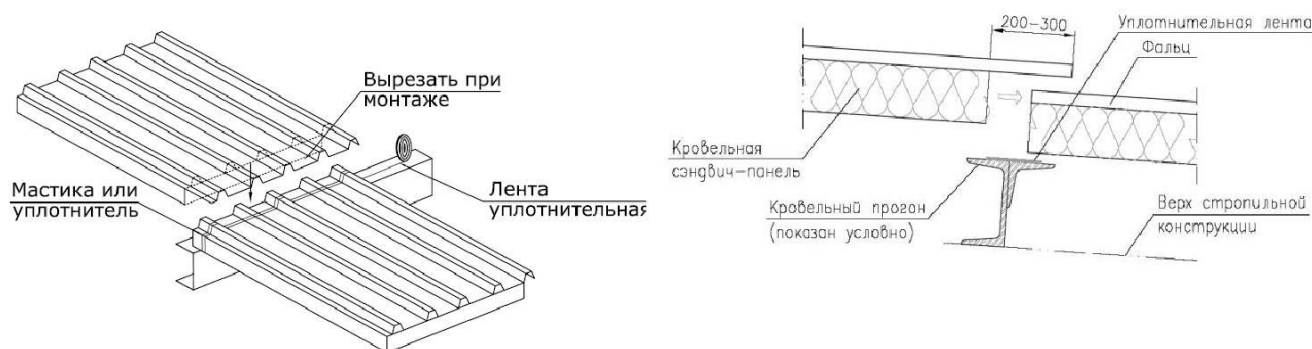


Рисунок 3.7 – Монтаж кровельных панелей внахлест

Движение по смонтированным панелям разрешается только с использованием настилов, с целью сохранения целостности покрытия панелей.

Технологическая последовательность работ:

- 1) Проверить порядок монтажа панелей по монтажной схеме. Выверить местоположение первой панели, на несущей конструкции рекомендуется сделать необходимые пометки;
- 2) На кровельные прогоны наклеить уплотнительную ленту;
- 3) Установить первую (торцевую) кровельную панель.
- 4) Накренить место сверления. Закрепить панель самонарезающимися винтами с уплотнительными шайбами. Количество крепежных саморезов по боковым сторонам кровли должно выбираться из расчета 3 самореза на панель-



прогон. Затяжка саморезов производится до устранения выгиба металлической шайбы. Винты устанавливаются по вершинам волн верхней обшивки панели.

5) Обрезать по продольной кромке замок верхней обшивки в плоскость с сердечником панели, так как он будет мешать при установке торцевого нащельника.

6) Установить следующую панель. Панель укладывается выступающей гофрой на такую же гофру соседней панели и круговым движением укладывается в проектное положение.

7) Предварительно в замок нижнего листа смонтированной панели укладывается пароизоляционный резиновый уплотнитель, а в желоб замковой гофры наносится силиконовый герметик, с диаметром валика 5мм.

8) Крепление панели осуществляется так же, как и крепление первой панели. После этого панели соединяются между собой посредством самонарезающих кровельных винтов с уплотнительной резиновой шайбой.

9) После монтажа панелей смонтировать необходимые нащельники, снегозадержатели и системы водоотлива, согласно проектной документации.

### **Завершающий период**

По окончании монтажа панелей производится приемочный контроль выполненных работ, при котором проверяющим представляется следующая документация:

- журнал работ по монтажу строительных конструкций;
- акты освидетельствования скрытых работ;
- акты промежуточной приемки смонтированных панелей;
- исполнительные схемы инструментальной проверки смонтированных панелей;
- документы о контроле качества сварных соединений;
- паспорта на панели.

### **3.1.4 Выбор монтажного крана для монтажа стеновых сэндвич-панелей**

В качестве грузоподъемного механизма принимаем автомобильный кран.

Подбор крана производим графическим методом.

Наиболее подходящими средствами монтажа являются:

Захват зажимной – масса 14 кг.

Стеновая сэндвич панель 6х1,2х0,15м – 113 кг.

Определяем монтажные характеристики.

Монтажная масса  $M_m$ , т, определяется по формуле

$$M_m = M_э + M_r, \quad (3.1)$$

где  $M_э$  – масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$M_r$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, т.

$$M_M = 0,113 + 0,014 = 0,127 \text{ т.}$$

Монтажная высота подъема крюка  $H_K$ , м, определяется по формуле

$$H_K = h_0 + h_3 + h_5 + h_r, \quad (3.2)$$

где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_3$  – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными элементами и установки его в проектное положение, принимается по технике безопасности равным, 0,3...0,5 м;

$h_5$  – высота элемента в положении подъема, м;

$h_r$  – высота грузозахватных устройств (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана) , м.

$$H_K = 11,7 + 0,5 + 1,2 + 0,2 = 13,6 \text{ м.}$$

Вылет крюка  $L_K$  и длину стрелы  $L_C$  определяем графически. Определение параметров крана графическим методом представлено на рисунке 3.8.

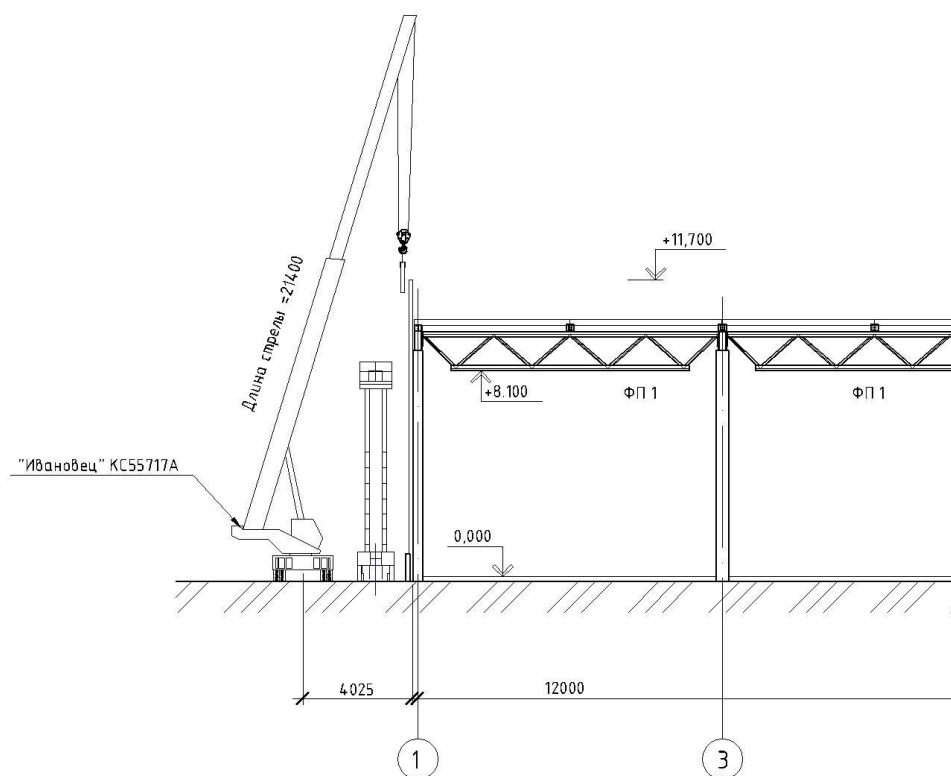


Рисунок 3.8 – Определение параметров крана графическим методом

Принимаем автомобильный кран «Ивановец» КС55717А с длиной стрелы 21,4 м, высотой подъема 21 м с грузоподъемностью 9,65 т.

### 3.1.5 Потребность в материально-технических ресурсах

Для производства строительно-монтажных работ приняты:

- для монтажа стеновых сэндвич-панелей : автомобильный кран КС 55717А «Ивановец» – 1 шт;
- для монтажа кровельных сэндвич панелей: автомобильный кран Liebherr LT1300 – 1 шт;
- для выполнения работ на высоте при монтаже принята вышка передвижная самоходная ВПС-12.

Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Технологическая оснастка, инструмент, инвентарь и приспособления

Наименование технологического процесса и его операций	Наименование технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений, тип, марка	Основная техническая характеристика, параметр	Кол-во
Разметка панелей	Разметка и выверка вертикалей теодолитом	Выверка вертикалей	1
Крепеж панелей	Шуруповерт Hitachi W6V4, пистолет-герметик	Крепеж к каркасу	8
Резка панелей	Машинка отрезная Bosch GWS 11-125	Резка	5

Требуемые материалы и изделия представлены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Материалы и изделия

Наименование технологического процесса и его операций, объем работ	Наименование материалов и изделий, марка, ГОСТ, ТУ	Ед. изм.	Норма расхода на единицу измерения	Потребность на объем работ
Монтаж стеновых сэндвич-панелей	Стеновые сэндвич-панели	м <sup>2</sup>	1	2974
	Фасонные элементы	п.м	1	2065
	Болты	шт.	1	1650
Монтаж кровельных сэндвич-панелей	Кровельные сэндвич-панели	м <sup>2</sup>	1	1202
	Фасонные элементы	п.м	1	8414
	Болты	шт.	1	4800

## **Организация строительного производства**

## **4 Организация строительного производства**

### **4.1 Область применения строительного генерального плана**

Строительный генеральный план (СГП) – это план, на котором указывается расположение постоянных и временных транспортных путей, сетей временного водоснабжения, канализации, электроснабжения, теплоснабжения, грузоподъемных кранов, складов, временных инвентарных зданий и сооружений. СГП используется для обеспечения строительства или работ по сносу (демонтажу), на котором показываются строящееся здание, существующие объекты, расстановка монтажных кранов и других грузоподъемных механизмов с привязкой к объекту, временные здания и сооружения, а также ограждение строительной площадки с указанием ее границ, указанием границ зоны действия кранов, образующиеся при его работе (рабочая и опасная), монтажной зоны.

СГП применяется при разработке проекта организации строительства (ПОС), проекта производства работ (ППР), проекта организации работ по сносу или демонтажу объектов капитального строительства (ПОД).

### **4.2 Выбор монтажных кранов и грузоподъемных механизмов**

Монтажный кран выбирается по следующим техническим характеристикам:

- длина стрелы крана;
- вылет стрелы крана;
- требуемая высота подъема крюка;
- величина требуемой грузоподъемности.

Параметры крана должны удовлетворять следующим требованиям:

- кран должен установить самую дальнюю конструкцию в ее проектное положение;
- кран при той же длине стрелы должен установить самую дальнюю конструкцию в ее проектное положение независимо от ее веса.

Монтажные характеристики (монтажная масса  $M_m$ ; монтажная высота крюка  $H_k$ ; монтажный вылет крюка  $L_k$ ; длина стрелы  $L_c$ ) определяем для монтируемых элементов по формулам.

Монтажная масса  $M_m$ , т, определяется по формуле

$$M_m = M_3 + M_r, \quad (4.1)$$

где  $M_3$  – масса наиболее тяжелого элемента группы, т;

$M_r$  – масса грузозахватных и вспомогательных устройств, т.

Монтажная высота подъема крюка  $H_k$ , м, определяется по формуле

$$H_k = h_0 + h_3 + h_3 + h_r, \quad (4.2)$$



где  $h_0$  – расстояние от уровня стоянки крана до опоры монтируемого элемента, м;

$h_3$  – запас по высоте, необходимый для перемещения монтируемого элемента над ранее смонтированными элементами и установки его в проектное положение, принимается по технике безопасности равным, 0,3...0,5 м;

$h_3$  – высота элемента в положении подъема, м;

$h_r$  – высота грузозахватных устройств (расстояние от верха монтируемого элемента до центра крюка крана) , м.

Определение минимально требуемого расстояния от уровня стоянки крана до верха стрелы  $H_c$ , м, определяется по формуле

$$H_c = H_k + h_n, \quad (4.3)$$

где  $H_k$  – то же, что и в формуле (4.2);

$h_n$  – размер грузового полиспаста в стянутом состоянии, м.

Требуемый монтажный вылет крюка  $L_k$ , определяется по формуле

$$L_k = \frac{(b + b_1 + b_2)(H_c + h_{ш})}{h_z + h_n} + b_3, \quad (4.4)$$

где  $b$  – минимальный зазор между стрелой и монтируемым элементом равный 0,5м;

$b_1$  – расстояние от центра тяжести элемента до края элемента приближенного к стреле, м;

$b_2$  – половина толщины стрелы на уровне верха монтируемого элемента, м;

$b_3$  – расстояние от оси вращения крана до оси поворота стрелы равное 2м;

$H_c$  – то же, что и в формуле (4.3);

$h_{ш}$  – расстояние от уровня стоянки крана до оси поворота стрелы равное 2м.

Длина стрелы  $L_c$ , м, определяется по формуле

$$L_c = \sqrt{(L_k - b_3)^2 + (H_c - h_{ш})^2} \quad (4.5)$$

где  $L_k$  – то же, что и в формуле (4.4);

$b_3$  – то же, что и в формуле (4.4);

$H_c$  – то же, что и в формуле (4.3);

$h_{ш}$  – то же, что и в формуле (4.4).

### Монтаж колонн

Подбираем кран по наиболее тяжелому элементу. Этим элементом является колонна К1  $m=6,6$  т. Наиболее подходящими средствами монтажа являются:

- Траверса Тр8-0,4 – масса 76 кг;
- Строп 2СТ-10/4000 – масса 94,8 кг;
- Подстропок ПП8-3,2 – масса 13,8 кг.

Определяем монтажные характеристики колонны.

Монтажная масса определяется по формуле (4.1)

$$M_m = 6,6 + 0,185 = 6,785 \text{ т.}$$

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле (4.2)

$$H_k = -1,25 + 0,5 + 10,5 + 1,25 = 11,0 \text{ м}$$

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяется по формуле (4.3)

$$H_c = 11 + 2 = 13 \text{ м.}$$

Монтажный вылет крюка определяется по формуле (4.4)

$$L_k = \frac{(0,5 + 0,25 + 0,5)(13,0 - 2)}{1,25 + 2} + 2 = 6,23 \text{ м}$$

Требуемая длина стрелы определяется по формуле (4.5)

$$L_c = \sqrt{(6,23 - 2)^2 + (13 - 2)^2} = 11,8 \text{ м}$$

Принимаем автомобильный кран «Ивановец» КС 55717А с длиной стрелы 15,4 м, высотой подъема 14 м с грузоподъемностью 8,6 т.

### **Монтаж стропильной фермы**

Наиболее подходящими средствами монтажа являются:

- Строп 2СТ10-А – масса 137 кг.
- Пружинный замок ПР8 – масса 6,7 кг.
- Подстропок ВК-4-1,6 – масса 7,2 кг.

Стропильная ферма – 1402 кг.

Определяем монтажные характеристики.

Монтажная масса определяется по формуле (4.1)

$$M_m = 1,402 + 0,1509 = 1,553 \text{ т.}$$

Монтажная высота подъема крюка определяется по формуле (4.2)

$$H_k = 8,9 + 0,5 + 1,96 + 4,7 = 16,1 \text{ м.}$$

Расстояние от уровня стоянки крана до верха стрелы определяется по формуле (4.3)

$$H_c = 16,41 + 2 = 18,1 \text{ м.}$$

Монтажный вылет крюка определяется по формуле (4.4)

$$L_k = \frac{(0,5 + 0,25 + 0,5)(18,1 - 2)}{4,7 + 2} + 2 = 5,0 \text{ м}$$

Требуемая длина стрелы определяется по формуле (4.5)

$$L_c = \sqrt{(5,0 - 2)^2 + (18,1 - 2)^2} = 17,4 \text{ м}$$

Принимаем автомобильный кран «Ивановец» КС 55717А с длиной стрелы 21,4 м, высотой подъема 16,1 м с грузоподъемностью 2,5 т.

Характеристики автомобильного крана «Ивановец» КС 55717А представлены на рисунке 4.1 и в таблице 4.1.

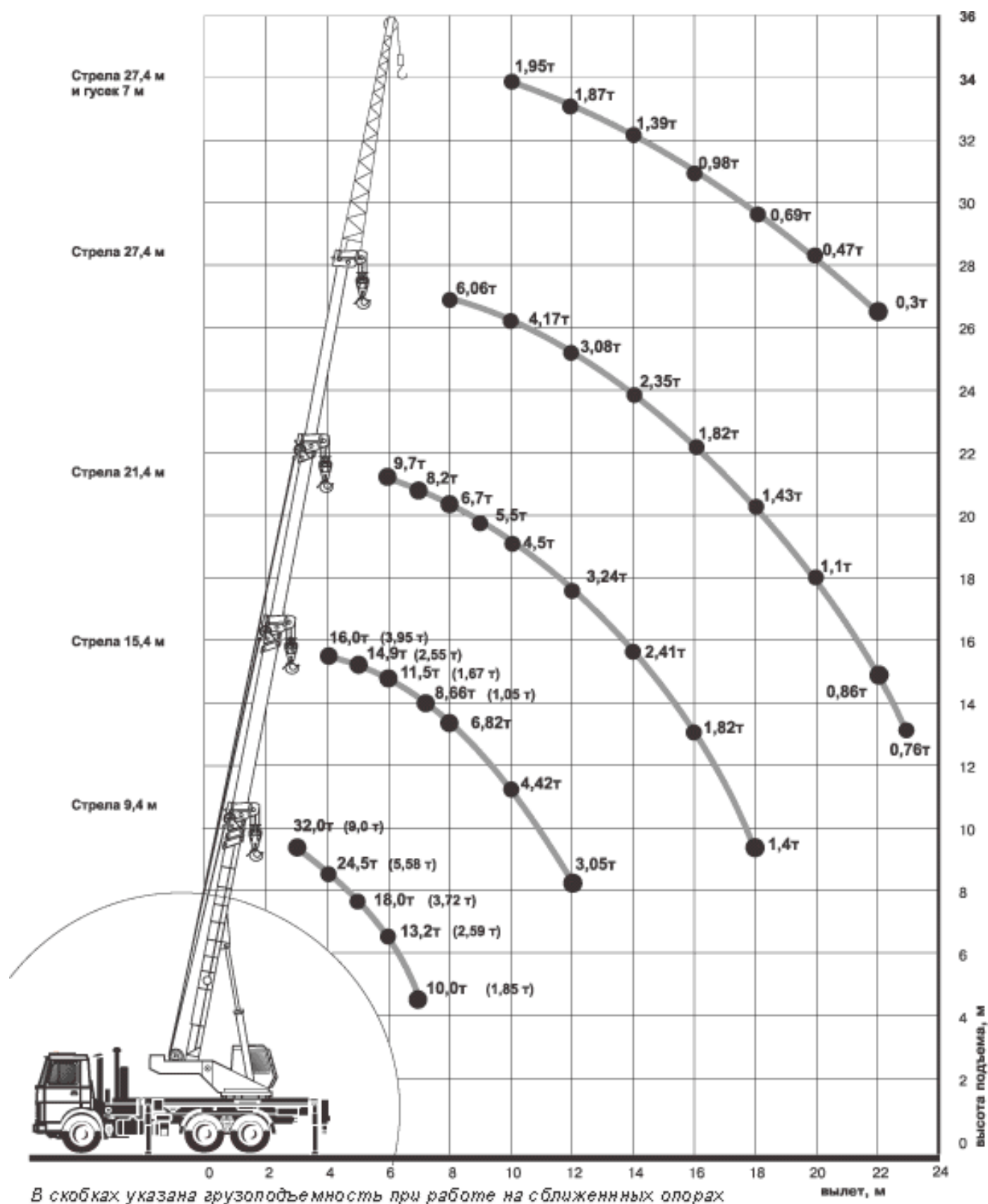


Рисунок 4.1 – Характеристики автомобильного крана «Ивановец» КС55717А

Таблица 4.1 - Технические характеристики автомобильного крана Ивановец КС 55717А

Базовое шасси автокрана Ивановец КС 55717А	МАЗ 630303-021-47
Колесная формула	6Х4
Двигатель	ЯМЗ 236БЕ2
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	184(250)
Грузоподъемность, т	32
Грузовой момент, тм	96
Вылет стрелы, м	2,8-18
Высота подъема автокрана, м	
С основной стрелой	9,7-27,8
С гуськом	34,9
Длина стрелы, м	9,4-27,4
Длина гуська, м	7,2
Скорость подъема (опускания) груза, м/мин	6
Макс. скорость подъема(опускания) пустого	12
крюка, м/мин	
Скорость посадки, м/мин	0,2
Частота вращения, 1/мин	1,6
Скорость передвижения, км/ч	60
Габаритные размеры в транспортном положении автомобильного крана Ивановец, мм	
Длина	10730
Базовое шасси автокрана Ивановец КС 55717А	МАЗ 630303-021-47
Высота	3950
Ширина	2500
Полная масса с основной стрелой, т	26,09
Распределение нагрузки на дорогу крана автомобильного КС 55717А, т.с.	
Через шины передних колес тележки	6,38
Через шины задних колес тележки	19,72

При выборе метода монтажа конструкций с использованием монтажных кранов принят комплексный метод монтажа.

### 4.3 Привязка монтажного крана к строящемуся зданию

Поперечная привязка крана.

Учитывая максимальную массу строительных элементов, высоту подъема при их монтаже, особенности подготовки площадки для строительства за основной кран принимается: «Ивановец» КС55717А.

Поперечная привязка В, мм, определяется по формуле

$$B = R_{\text{пов.ч}} + l_{\text{без}}, \quad (4.6)$$

где  $R_{\text{пов.ч}}$  – радиус, описываемый хвостовой частью поворотной платформы крана;



$l_{\text{без}}$  – минимально допустимое расстояние от до наиболее выступающей части здания.

Принимаем:  $R_{\text{пов.ч}} = 3025 \text{ мм}$ ;  $l_{\text{без}} = 1000 \text{ мм}$ .

Подставим значения в формулу, получим

$$B = 3025 + 1000 = 4025 \text{ мм.}$$

#### 4.4 Определение зоны действия монтажного крана

При размещении строительных кранов следует выявить зоны, в пределах которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы.

Производство работ в этих зонах требует специальных организационно-технических мероприятий, обеспечивающих безопасность людей.

Монтажная зона – пространство, в пределах которого возможно падение груза при установке и закреплении элементов и зависит от высоты здания. На стройгенплане обозначают пунктирной линией по контуру здания.

Монтажная зона  $M_3$ , м, определяется по формуле

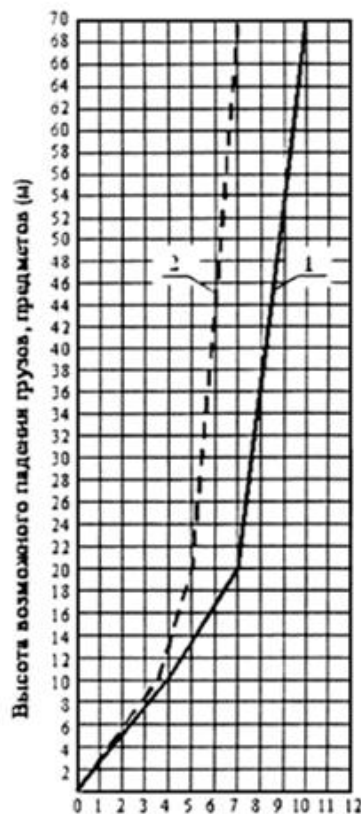
$$M_3 = l_э + l_{\text{рас}}, \quad (4.7)$$

где  $l_э$  – длина элемента, вероятность падения которого наиболее возможна;  
 $l_{\text{рас}}$  – принимается по рисунку 3.4, зависит от высоты возможного падения.

Принимаем:  $l_э = 6 \text{ м}$ ;  $l_{\text{рас}} = 4 \text{ м}$ .

Подставим значения в формулу, получим

$$M_3 = 6 + 4 = 10 \text{ м.}$$



- 1 - при перемещении кранами груза в случае его падения;  
2 - в случае падения предметов со здания.

Рисунок 4.2 – График определения минимального расстояния отлета груза при его падении

Зона обслуживания краном, или рабочая зона, – пространство в пределах линии, описываемой крюком крана 18 м.

Опасная зона работы крана – пространство, в пределах которого возможно падение груза при его перемещении с учетом вероятного рассеивания.

Опасная зона работы крана  $R_{оп-е}$ , м, определяется по формуле

$$R_{оп-е} = R_{max} + 0,5 \cdot b_{э} + l_{э} + l_{расс}, \quad (4.8)$$

где  $R_{max}$  – максимальный вылет крюка;

$b_{э}^{max}$  – ширина самого длинного элемента;

$l_{э}^{max}$  – длина самого длинного элемента;

$l_{расс}$  – то же, что и в формуле (4.7).

Принимаем:  $R_{max} = 18$  м;  $b_{э}^{max} = 0,2$  м;  $l_{э}^{max} = 24$  м;  $l_{расс} = 4$  м.

Подставим значения в формулу, получим

$$R_{оп-е} = 18 + 0,5 \cdot 0,2 + 24 + 4 = 46,1 \text{ м.}$$

#### 4.5 Проектирование временных дорог и проездов

Ширина проезжей части однополосных дорог – 3,5 м. На участках дорог, где организовано одностороннее движение, в зоне выгрузки и складирования материалов ширина дороги увеличивается до 6 м, длина участка уширения – 12-18 м.

Минимальный радиус закругления дорог – 12 м, зоны дорог, попадающие в опасную зону работы крана, на стройгенплане выделяют штриховкой.

#### 4.6 Проектирование складского хозяйства

Приобъектные склады проектируется из расчета хранения на нём нормативного запаса  $P_{скл}$ , м<sup>2</sup>, по формуле

$$P_{скл} = \frac{P_{общ}}{T} \cdot T_n \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (4.9)$$

где  $P_{общ}$  – количество материалов, деталей и конструкций, требуемых для выполнения плана строительства на расчетный период;

$T$  – продолжительность расчетного периода;

$T_n$  – норма запаса материала [XX];

$K_1$  – коэффициент учёта неравномерности поставки материалов на склад, зависящей от вида транспорта, принимаемый 1,1 (автомобильный);

$K_2$  – коэффициент учёта неравномерности потребления материалов, принимаемый 1,3.

Полезная площадь склада (без проходов), занимаемая материалом,  $F$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$F = \frac{P}{V}, \quad (4.10)$$

где  $P$  – общее количество хранимого на складе материала;

$V$  – количество материала, укладываемого на 1 м<sup>2</sup> площади склада.

Общая площадь склада (включая проходы)  $S$ , м<sup>2</sup>, определяется по формуле

$$S = \frac{F}{\beta}, \quad (4.11)$$

где  $F$  – то же, что и в формуле (4.10);

$\beta$  – коэффициент использования склада, характеризующий отношение полезной площади к общей.

Все результаты расчетов сводим в таблицу 4.2.

Таблица 4.2 – Расчет приобъектных складов

Наименование материала	Тип склада	Ед. изм.	P <sub>общ</sub>	T, дн.	T <sub>н</sub> , дн.	K <sub>1</sub>	K <sub>2</sub>	P <sub>скл</sub> ,м <sup>2</sup>	V	F, м <sup>2</sup>	β	S <sub>тр</sub> , м <sup>2</sup>
Арматурные сетки и каркасы	Навес	т	69,46	621	7,5	1,1	1,3	1,20	0,4	3	0,7	4,29
Сборные ж/б колонны	Откр.	м <sup>3</sup>	219,5 1		10			5,05	15	0,34	0,6	0,21
Металлоконструкции	Откр.	т	3845, 2		12			106,25	0,5	212,5	0,6	354,17
Стеновые и кровельные панели	Откр.	м <sup>3</sup>	83,65		7,5			1,45	1,5	0,97	0,6	1,62
Гипсокартон	Закр.	м <sup>3</sup>	641,3		7,5			11,08	0,6 5	17,05	0,6	28,42
Оконные и дверные блоки	Закр.	м <sup>3</sup>	180,2		7,5			3,11	0,6 5	4,78	0,6	7,97
Итого:												396,68

#### 4.7 Проектирование бытового городка

Таблица 4.3 – Ведомость потребности в работающих

№	Категория работающих	Удельный процент работающих, %	Численность работающих в расчетный максимальный год, чел.	Из них в наиболее многочисленную смену	
				Процент общего числа работающего	Всего, чел.
1	Рабочие	84,5	46	80	37
2	ИТР	11	6	70	6
3	Служащие	3,2	2		
4	МОП и охрана	1,3	1		
Итого:			55		43

Требуемую площадь временных зданий и помещений  $S_{тр}, \text{м}^2$ , определяем по формуле:

$$S_{тр} = N \cdot S_n, \quad (4.12)$$

где  $N$  – общая численность работающих (рабочих) или численность работающих (рабочих) в наиболее нагруженную смену, чел;

$S_n$  – нормативный показатель площади,  $\text{м}^2/\text{чел.}$

Все расчеты и результаты сведены в таблицу 4.4.

Таблица 4.4 – Экспликация временных зданий и сооружений

№	Наименование помещения	Кол-во человек	Площадь, м <sup>2</sup>		Принятый тип бытового помещения	Площадь, м <sup>2</sup>		Количество зданий
			На одного человека	Расчетная		одного здания	всех зданий	
1	Гардеробная	46	0,7	32,2	5055-1 31315	21 18	39	2
2	Сушилка, помещение для обогрева рабочих	37	0,2	14,2	420-04-09	14,5	14,5	1
		37	0,1					
3	Душевая, умывальная	43	0,2	28,58	ВД-1	29,5	29,5	1
		37	0,54					
4	Туалет		-	7,5	биотуалет	2,5	7,5	3
5	Здания административного назначения	6	4	24	ГОСС-11-3	24	24	1

#### 4.8 Электроснабжение строительной площадки

Электроэнергия расходуется на производственные силовые потребители (краны, подъемники, транспортеры, сварочные аппараты, электроинструмент, электрооборудование подсобного производства), технологические нужды (электротермообработка грунта, бетона и т.п.), внутреннее и наружное освещение.

Расчет мощности силовых потребителей приведен в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Расчет мощности силовых потребителей

Наименование потребителей	Ед. изм	Кол-во	Норма расхода Р, кВт	Установленная мощность на ед. изм., кВт/м <sup>2</sup>	Коэф. спроса		Требуемая мощность, кВт
					К1	К3	
1	2	3	4	5	6	7	8
Силовые потребители							
Сварочный аппарат	шт	1	30	30	0,35		15
Строгальный и затирочные машины	шт	2	2,8	5,6	0,15		1,4
Растворобетоносмеситель	шт	1	2,2	2,2	0,5		1,7
Передвижная малярная станция	шт	1	10	10	0,7		8,8
Малогабаритные строительные механизмы	шт	5	2	10	0,15		2,5
Внутреннее освещение							29,4
Отделочные работы	м <sup>2</sup>	4851,2	15			0,8	4,54

Окончание таблицы 4.5

1	2	3	4	5	6	7	8
Канторские и бытовые помещения	м²	57	15			0,8	5,8
Душевые и уборные	м²	16,32	3			0,8	0,29
Склады	м²	1470	3				13,3
Помещение приема пищи, гардеробная	м²	45	14				6,5
Наружное освещение							32,33
Устройство траншей	м²	236	0,001				0,558
Территория строительства	м²	42249,1	0,0002				1,841
Проходы и проезды							3,4
- основные	км	0,352		5			1,76
- второстепенные	км	0,145		2,5			0,363
Охранный освещение	км	0,25		1,5			0,375
Аварийное освещение	км	0,2		3,5			0,7
							3,20
ВСЕГО							68,33

Принимаем трансформаторную подстанцию типа КТП 180/10/04-3УЗ.

По периметру строительной площадки устанавливаем прожекторы ПЗС-45.

#### 4.9 Временное водоснабжение

Водоснабжение строительной площадки обеспечивает потребности на производственные, санитарно – бытовые нужды и тушение пожаров. Потребность в воде рассчитывается на период наиболее интенсивного водопотребления.

Суммарный расход  $Q_{\text{общ}}$ , л/с, воды определяется по формуле

$$Q_{\text{общ}} = Q_{\text{пр}} + Q_{\text{хоз.пит}} + Q_{\text{душ}} + Q_{\text{пож}}, \quad (4.13)$$

где  $Q_{\text{пр}}$  – расход воды на производственные нужды;

$Q_{\text{хоз.пит}}$  – расход воды на хозяйственно – питьевые нужды;

$Q_{\text{душ}}$  – расход воды на душевые установки;

$Q_{\text{пож}}$  – расход воды на наружное пожаротушение.

Расход воды на производственные нужды определяется по формуле

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \sum V \times q_1 \times K_q}{t \times 3600}, \quad (4.14)$$

где 1,2 – коэффициент учитывающий потери воды;



$V$  – объем строительно-монтажных работ;  
 $q_1$  – норма удельного расхода воды, л, на единицу потребителя;  
 $K_q$  – коэффициент часовой неравномерности потребления воды в течение смены для данной группы потребителей;  
 $t$  – количество часов потребления в смену.  
 Расход воды на производственные нужды

$$Q_{\text{пр}} = \frac{1,2 \cdot 97 \cdot 190 \cdot 1,6}{8 \cdot 3600} = 1,23 \text{ л/с.}$$

Расход воды на хозяйственно – питьевые нужды определяем по формуле

$$Q_{\text{хоз-пит}} = N_{\text{макс}}^{\text{см}} \cdot q_2 \cdot K_q / 8 \cdot 3600, \quad (4.15)$$

где  $N_{\text{макс}}^{\text{см}}$  – максимальное количество работающих в смену, чел;  
 $q_2$  – норма потребления воды, л, на 1 человека в смену;  
 $K_q$  – коэффициент часовой неравномерности для данной группы потребителей.

$$Q_{\text{хоз-пит}} = \frac{37 \cdot 25 \cdot 2}{8 \cdot 3600} = 0,064 \text{ л/с.}$$

Расход воды на душевые установки рассчитываем по формуле

$$Q_{\text{душ}} = N_{\text{макс}}^{\text{см}} \cdot q_3 \cdot K_n / t_{\text{душ}} \cdot 3600, \quad (4.16)$$

где  $q_3$  – норма удельного расхода воды на одного пользующегося душем, равная 30 л;

$K_n$  – коэффициент, учитывающий число пользующихся душем ( $K_n = 0,3$ );

$t_{\text{душ}}$  – продолжительность пользования душем ( $t_{\text{душ}} = 0,5$  ч).

$$Q_{\text{душ}} = \frac{37 \cdot 30 \cdot 0,3}{0,5 \cdot 3600} = 0,185 \text{ л/с.}$$

Расход воды на наружное пожаротушение определяется в соответствии с установленными нормами. Для объекта с площадью застройки до 10 га расход воды принимается из расчета одновременного действия двух струй из гидрантов по 20 л/с.

$$Q_{\text{пож.}} = 4 \cdot 5 = 20 \text{ л/с.}$$

$$Q_{\text{общ}} = 1,23 + 0,064 + 0,185 + 20 = 21,48 \text{ л/с.}$$

Диаметр магистрального ввода временного водопровода определяем по формуле

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{Q_{\text{расч}}}{\pi \cdot v}} \quad (4.17)$$

$$D = 63,25 \cdot \sqrt{\frac{21,48}{3,14 \cdot 1,5}} = 135,07 \text{ мм.}$$

Согласно ГОСТ 3262-75 «Трубы стальные водогазопроводные» принимаем диаметр магистрального ввода 140 мм.

#### **4.10 Мероприятия по охране труда и технике безопасности**

В процессе строительного производства должны обеспечиваться следующие требования по технике безопасности и промышленной безопасности:

- производственные территории, участки работ и рабочие места должны быть обеспечены необходимыми средствами коллективной или индивидуальной защиты работающих, первичными средствами пожаротушения, а также средствами связи, сигнализации и другими техническими средствами обеспечения безопасных условий труда в соответствии с требованиями действующих нормативных документов и условиями соглашений;
- строительные площадки должны быть оборудованы средствами пожаротушения, местами для курения;
- не разрешается накапливать на площадках горючие вещества, их следует хранить в закрытых металлических контейнерах в безопасном месте;
- места временного или постоянного нахождения работников должны располагаться за пределами опасных зон, в которых постоянно действуют или потенциально могут действовать опасные производственные факторы. Опасные зоны при этом должны быть ограждены соответственно защитными или сигнальными ограждениями и обозначаться знаком безопасности и надписями установленной формы;
- строительные площадки, места производства работ, проезды и подходы к ним в темное время суток должны быть освещены;
- металлические конструкции, корпуса оборудования, машин и механизмов с электроприводом должны быть заземлены (занулены) согласно действующим нормам сразу после их установки на место, до начала каких-либо работ;
- машины и агрегаты, создающие шум при работе, должны эксплуатироваться таким образом, чтобы уровни звукового давления и уровни звука на постоянных рабочих местах в помещениях и на территории организации не превышали допустимых величин, указанных в государственных стандартах;
- строительные машины, транспортные средства, средства механизации, приспособления, оснастка, ручные машины и инструмент должны

соответствовать требованиям государственных стандартов по безопасности труда;

- расстояние между поворотной частью кранов и строениями, штабелями грузов, строительными лесами и другими предметами (оборудованием) должно быть не менее 1000 мм;

- места производства электросварочных и газопламенных работ должны быть освобождены от сгораемых материалов в радиусе не менее 5 м;

- сварочные работы на открытом воздухе во время дождя, снегопада должны быть прекращены;

- во избежание локального охлаждения работающих должны быть обеспечены рукавицами, обувью, головными уборами применительно к конкретному климатическому региону;

- все специальные работы следует выполнять в спецодежде с применением индивидуальных средств защиты (очки, респираторы и т.д.);

- лица, выполняющие работы на высоте более 3-х метров обязаны пользоваться испытанными предохранительными поясами и приспособлениями;

- при выполнении работ на разных уровнях по вертикали необходимо обеспечить защиту персонала, работающего на нижерасположенных уровнях, от случайного падения предметов, строительных отходов и т.п.

Перед допуском к работе и в процессе выполнения работ производится обучение и проводится инструктаж по безопасности труда по типовым инструкциям СП 12-135-2003.

На строительной площадке и в бытовом городке необходимо максимально соблюдать требования пожарной безопасности, с целью исключения возгораний. Не разжигать костров вблизи существующих зданий и сооружений, лесных массивов. Не оставлять включенными нагревательные приборы в бытовых помещениях. Сушку рабочей одежды и обуви осуществлять в специальных помещениях, сушилках, оборудованных для этих целей.

#### **4.11 Мероприятия по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов**

В числе основных факторов, способствующих сохранению окружающей среды, находится постоянное содержание в технически исправном состоянии всех машин и механизмов, участвующих в производстве строительных работ, точное и качественное выполнение всех технологических процессов.

На строительной площадке должна быть произведена установка контейнеров для сбора строительного мусора и, по мере накопления, вывоз спецтранспортом в места, согласованные с СЭС.

Должно обеспечиваться применение специальных транспортных средств для погрузки и выгрузки сыпучих пылящих и мелкоштучных материалов, использование контейнеров или тарной упаковки для их хранения.

Выполнение погрузочно-разгрузочных работ должно выполняться механизированным способом при помощи подъёмно-транспортного оборудования.

Также должна быть обеспечена доброкачественная уборка и благоустройство территории по завершении строительства.

Мойка, заправка и техническое обслуживание строительной техники должны производиться на специально оборудованных площадках, на которых необходимо предусмотреть комплекс мер, исключающих попадание загрязненных вод, остатков горючего и т.п. в естественные водоемы и места расположения существующих зеленых насаждений.

#### **4.12 Расчет технико-экономических показателей строительного генерального плана**

Технико-экономические показатели строительного генерального плана приведены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 - Технико-экономические показатели СГП

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м <sup>2</sup>	44543
Площадь под постоянными сооружениями	м <sup>2</sup>	8640
Площадь под временными сооружениями	м <sup>2</sup>	160,6
Площадь складов		
-открытых	м <sup>2</sup>	396
-закрытых	м <sup>2</sup>	36,4
Протяженность временных автодорог	пог.м	1207,47
Протяженность временных электросетей	пог.м	136,28
Протяженность временных водопроводных сетей	пог.м	659,73
Протяженность временных сетей водоотведения	пог.м	123,25
Протяженность ограждения строительной площадки	пог.м	680,6

## **Экономика строительства**

## **5 Экономика строительства**

### **5.1 Составление локального сметного расчета на отдельный вид общестроительных работ**

В рамках бакалаврской выпускной квалификационной работы выполнен локальный сметный расчёт на возведение каркаса здания.

Сметная стоимость строительства – это сумма денежных средств, необходимых для осуществления строительства, определенная в соответствии с проектными материалами.

Исходным документом для определения сметной стоимости строительства является ведомость подсчета объемов работ.

Локальные сметы составляют на отдельные виды работ и затрат на основе физических объемов строительных работ, конструктивных чертежей элементов зданий, спецификаций и другой документации в строительстве и принятых методов производства работ. Они делятся на общестроительные, специальные, внутренние санитарно-технические работы, установка оборудования и т.п.

При составлении локального сметного расчета был использован программный комплекс «Гранд Смета».

Сметная документация составлена на основании МДС 81-35.2004 «Методические указания по определению стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации».

При составлении локальной сметы на общестроительные работы был использован базисно – индексный метод, сущность которого заключается в следующем: сметная стоимость определяется в базисных ценах на основе единичных расценок, привязанных к местным условиям строительства, а затем переводится в текущий уровень цен путем использования текущих индексов.

Расчет локальной сметы осуществлялся по сметному нормативу ФЕР (федеральные единичные расценки) на строительные и монтажные работы строительства объектов промышленно – гражданского назначения, составленные в нормах и ценах, введенных с 1 января 2001 года.

Сметная стоимость пересчитана в текущие цены 1 кв. 2017 г. с использованием индексов к СМР для г. Красноярск – 7,39 (письмо Минстроя РФ №8802-ХМ/09 от 20.03.2017 г.)

Размеры накладных расходов приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда (МДС 81-33.2004);

Размеры сметной прибыли приняты по видам строительных и монтажных работ от фонда оплаты труда (МДС 81-25.2004);

Прочие лимитированные затраты учтены по действующим нормам:

- затраты на временные здания и сооружения – 1,8 % (ГСН 81-05-01.2001, п. 4.1.1);

- затраты на зимнее удорожание – 1,5 % (ГСН 81-05-02-2007)

- затраты на непредвиденные расходы – 2 % (МДС 81-35.2004, п. 4.96).

Налоги и обязательные платежи:

- налог на добавленную стоимость – 18 %.



Некоторые расценки не учитывают стоимость материалов, конструкций и изделий (открытые единичные расценки). В таком случае их стоимость берется дополнительно в зависимости от вида изделия, используемого в работе по сборникам сметных цен или прайс-листам.

Локальный сметный расчет на монтаж ограждающих конструкций приведен в приложении Е.

Проведем анализ структуры сметной стоимости на устройство ограждающих конструкций гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск.

В таблице 5.1 представлен анализ локального сметного расчета на устройство ограждающих конструкций гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск по составным элементам.

Таблица 5.1 - Структура локального сметного расчета на устройство ограждающих конструкций гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск по составным элементам

Элементы локального сметного расчета	Сметная стоимость, руб.	Удельный вес %
Прямые затраты	10 112 761,9	73,83
в том числе:		
Материалы	8 454 683,95	66,64
Машины и механизмы	1 269 959,23	5,21
ОЗП	388 118,74	1,97
Накладные расходы	447 487,19	2,11
Сметная прибыль	422 626,78	2,00
Лимитированные затраты	592 365,8	6,81
НДС	2 083 543,5	15,25
Итого	13 658 785,2	100,00

Стоимость устройства ограждающих конструкций гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск, составила 13 658 785,2 руб., в том числе НДС 2 083 543,5 руб.

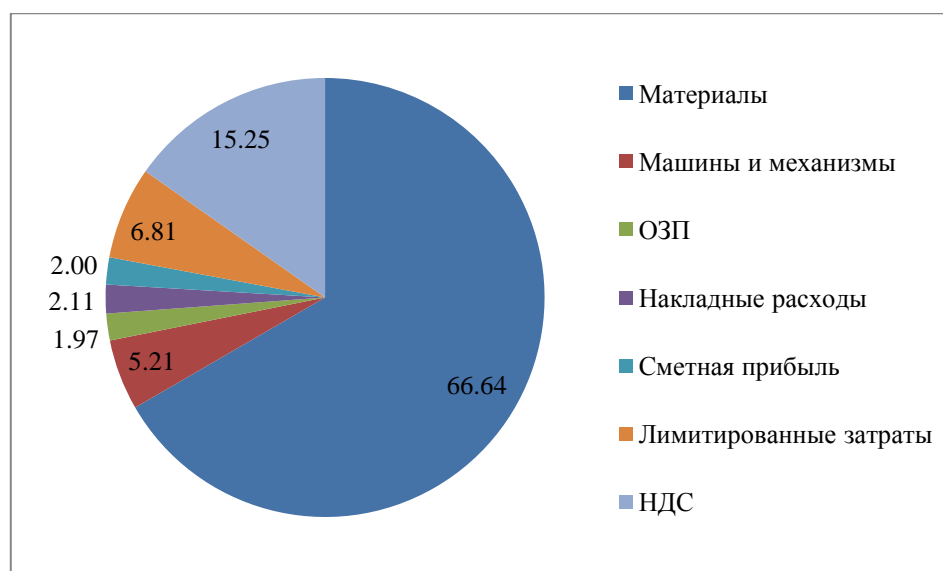


Рисунок 5.1 – Структура сметной стоимости в процентах локального сметного расчета на устройство ограждающих конструкций гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск по составным элементам

Из рисунка 5.1 видно, что наибольший удельный вес приходится на материалы 66,64% (13 658 785,2.), наименьший - на заработную плату 1,97 % (388 118,74руб.)

## 5.2 Основные технико-экономические показатели гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск

Технико-экономические показатели являются обоснованием технических, технологических, планировочных и конструктивных решений и свидетельствуют о целесообразности строительства объекта при запроектированных параметрах.

Расчетное значение планировочного коэффициента  $K_{пл}$  определяем по формуле

$$K_{пл} = \frac{S_{пол}}{S_{общ}}, \quad (5.1)$$

где  $S_{пол}$  - полезная площадь;

$S_{общ}$  - общая площадь.

Принимаем:  $S_{пол} = 8521 \text{ м}^2$ ;  $S_{общ} = 9023 \text{ м}^2$ .

Подставляем значения в формулу 6.1, получаем

$$K_{пл} = \frac{8521}{9023} = 0,94$$

Расчетное значение объемного коэффициента  $K_{об}$  определяем по формуле

$$K_{об} = \frac{V_{стр}}{S_{общ}}, \quad (5.2)$$

где  $V_{стр}$  - строительный объем здания надземной части;

$S_{общ}$  - общая площадь.

Принимаем:  $V_{стр} = 69401 \text{ м}^3$ ;  $S_{общ} = 9023 \text{ м}^2$ .

Подставляем значения в формулу 5.2, получаем

$$K_{об} = \frac{69401}{9023} = 7,69$$

Основные технико-экономические показатели гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г.Красноярск представлены в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Основные технико-экономические показатели гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск

Наименование показателя, единицы измерения,	Значение
1	2
Площадь застройки, $S_z$ , $\text{м}^2$	8568
Общая площадь $S_{общ}$ , $\text{м}^2$	9023
Полезная площадь $S_{пол}$ , $\text{м}^2$	8521
Строительный объем здания $V_{стр}$ , $\text{м}^3$	69401
Количество этажей, шт	2
Планировочный коэффициент	0,94
Объемный коэффициент	7,69
Продолжительность строительства, месяцев	27
Трудозатраты чел.час на устройство ограждающих конструкций	6810,38
Стоимость монтажа ограждающих конструкций, руб.	13 658 785,2

Таким образом, технико-экономические показатели проекта свидетельствуют о целесообразности строительства гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г.Красноярск.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В результате выполнения выпускной квалификационной работы приняты различные решения по возведению и организации строительно-монтажных работ здания гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г.Красноярск.

Проект здания разработан с учетом особенностей климата, гидрогеологических условий, промышленного назначения и эксплуатации.

В архитектурно-строительном разделе проекта определены конструктивные решения, представлены объемно-планировочные показатели. Проектируемое здание выполнено по комбинированной строительной системе (сборный железобетон, монолитный железобетон, стальной прокат).

В расчетно-конструктивном разделе выполнен расчет и конструирование стропильной фермы и прогона с учетом действующих нагрузок на здание.

В соответствии с грунтовыми условиями и заданием в разделе «Расчет и конструирование фундаментов» выполнено сравнение столбчатого и свайного фундаментов. По рассчитанным показателям принят свайный фундамент из 5-ти метровых свай С50.30 как наиболее надежный.

В разделе технология и организация строительного производства разработана технологическая карта на монтаж ограждающих конструкций. Для производства монтажных работ выбраны автомобильные краны «Ивановец» КС55717А и Liebherr LT1300. Составлен график производства работ. Также в разделе разработан объектный строительный генеральный план на возведение надземной части здания с привязкой грузоподъемных механизмов, определения опасных зон крана, запроектированы склады, временная дорога, бытовой городок, выполнено размещение временных инженерных коммуникаций.

В экономическом разделе выполнена локальная смета на монтаж ограждающих конструкций здания, а также посчитаны технико-экономические показатели. Прогнозная стоимость работ по возведению каркаса здания в ценах на I квартал 2017 г. составила 13658785 рублей.

По результатам проделанной работы сделан вывод о целесообразности строительства гипермаркета «Лента» в Свердловском районе г. Красноярск.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Постановление Правительства Российской Федерации от 16 февраля 2008 г. N 87 Положение о составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию (с изменениями на 28 апреля 2017 г.). – 33 с.
- 2 СП 56.13330.2011 Производственные здания. - Введ. 20.05.2011. – Москва : ОАО ЦНИИПромзданий, 2011. – 22 с.
- 3 Металлические конструкции. В 3 т. Т. 1 Элементы конструкций: учеб. пособие для строит. вузов/В.В. Горев, Л.В. Енджиевский, Б.Ю. Уваров, В.В. Филиппов и др.; под ред. В.В. Горева – 3-е изд. – М.: Высшая школа, 2004. – 551 с.
- 4 СП 16.13330.2011 Стальные конструкции. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85\*. – Введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 173 с.
- 5 СП 20.13330.2011 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85. – Введ. 20.05.2011. – Москва : «НИЦ «Строительство» 2011. – 85 с.
- 6 Металлические конструкции, включая сварку: учебно – методическое пособие для курсового проекта бакалавров направления 270800.62 «Строительство» / И.Я. Петухова. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2014. – 111 с.
- 7 СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования. - Введ. 01.09.2001. - 40 с.
- 8 СНиП 12-04-2002 Безопасность труда в строительстве. Часть 2. Строительное производство / Минстрой РФ – М.: ГУП ЦПП, 2002., 198 с.
- 9 СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий / М.: ФГУП ЦПП, 2004. - 140 с.
- 10 СП 131.13330.2012 Строительная климатология. Актуализированная редакция СНиП 23-01-99\*. – Введ. 01.01.2013. – Москва : НИЦ «Строительство», 2013. – 113 с.
- 11 СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий. Актуализированная редакция СНиП 23-02-2003. – Введ. 01.07.2013. – Москва : НИЦ «Строительство», 2013. – 139 с.
- 12 ГОСТ 21.501-2011. Правила выполнения рабочей документации архитектурных и конструктивных решений. – Взамен ГОСТ 21.501 – 93; Введ. с 1.05.2013. – М.: Стандартинформ, 2013. – 45 с.
- 13 ГОСТ 21.502 – 2007. Система проектной документации для строительства. Правила выполнения проектной и рабочей документации металлических конструкций. – Введ. с 01.01.2009. – М.: Стандартинформ, 2008. – 20 с.
- 14 СП 2.13130.2012 Системы противопожарной защиты. Обеспечение огнестойкости объектов защиты. – Введ. 01.12.2012. – Москва : ФГБУ ВНИИПО МЧС России, 2012. - 43 с.
- 15 СП 1.13130.2009. Система противопожарной защиты. Эвакуационные пути и выходы. – Введ. 01.05.2009. – Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. № 171. – 43 с.
- 16 СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции.

Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87. - Введ. 1.01.2013. – Москва: Минрегион России, 2013 – 170 с.

17 СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах СНиП II-7-81\* (актуализированного СНиП II-7-81\* Строительство в сейсмических районах». – Введ. 01.06.2014. – Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – 126 с.

18 СП 45.13330.2012. Земляные сооружения, основания и фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 3.02.01-87. – Введ. 01.01.2013 – Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство». – 140 с.

19 Федеральный закон от 30.12.2009 № 384 - ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений». – М.: Государственная Дума, 23.12.2009. – 22 с.

20 Методические указания к курсовому проекту для студентов специальности 290300 – «Промышленное и гражданское строительство» / Л.В. Енджиевский, И.Я. Петухова, С.В. Григорьев, В.Г. Кудрин. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2002. – 141 с.

21 СП 53-02-2004. Общие правила проектирования стальных конструкций. – Введ. 01.01.2005. – приказом ЦНИИСК им. Кучеренко № 28/00 от 10.09.2004 г. – 274 с.

22 СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности. – Введ. 01.05.2009. – Приказом МЧС России от 09.12.2010 № 643. – 29 с.

23 Федеральный закон от 22.07.2008 № 123 – ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности». – М.: Государственная Дума, 22.07.2008. – 131 с.

24 РД-11-06-2007. Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ. – Введ. 01.07.2007.

25 МДС 12-46.2008. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ. – Москва.: ЦНИИОМТП, 2009.

26 ЕНиР: Комплект / Госстрой СССР – М.: Стройиздат, 1987.

27 СП 4.13130.2013. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно – планировочным и конструктивным решениям. – Введ. 24.06.2013. – приказом Министерства Российской Федерации от 24 апреля 2013 г. № 288. – 184 с.

28 Методические указания к практическим занятиям, курсовому и дипломному проектированию для студентов специальности 270102 «Промышленное и гражданское строительство» / Л.Н. Панасенко, О.В. Слакова. – Красноярск: Сиб.федер. ун-т, 2007. – 76 с.

29 СП 50-101-2004. Проектирование и устройство оснований и фундаментов зданий и сооружений / Госстрой России. – М.: ГУП ЦПП, 2005. – 130 с.

30 СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений.



Актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83. – Взамен СП 22.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 162 с.

31 СП 24.13330.2011. Свайные фундаменты. Актуализированная редакция СНиП 2.02.03-85. – Взамен СП 24.13330.2010; введ. 20.05.2011. – М.: ОАО ЦПП, 2011. – 86 с.

32 Козаков Ю.Н. Проектирование свайных фундаментов из забивных свай: метод. Указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов. – Красноярск: КрасГАСА, 2003. – 54 с.

33 Козаков Ю.Н. Проектирование фундаментов неглубокого заложения: метод. Указания к курсовому и дипломному проектированию / Ю.Н. Козаков, Г.Ф. Шишканов. – Красноярск: КрасГАСА, 2008. – 62 с.

34 ГОСТ 10922-2012. Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия. – Введ. 01.07.2013. – Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство», 2013. – 32 с.

35 ГОСТ 24379.1 – 2012. Болты фундаментные. Конструкция и размеры. – Взамен ГОСТ 24379.1 – 80; введ. с 01.07.2013.: Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство», 2013. – 39 с.

36 ГОСТ 26633 – 2015. Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия. – Взамен ГОСТ 26633 – 2012; введ. с 01.09.2016.: Техническим комитетом по стандартизации ТК 465 «Строительство», 2013. – 12 с.

37 ГОСТ 21.204-93. СПДС. Условные графические обозначения и изображения элементов генеральных планов и сооружений транспорта. - М.: Изд-во стандартов, 1994. - 24 с.

38 ГОСТ 21.501-2011. СПДС. Правила выполнения архитектурно-строительных рабочих чертежей / Госстрой России. - М.: Изд-во стандартов, 1993. 38 с.

39 Методические рекомендации по разработке и оформлению технологической карты МДС 12-29.2006. - М.: ЦНИИОМТП, 2007. – 9 с.

40 Технология строительного производства. Курсовое и дипломное проектирование: учебное пособие для студентов строит. вузов / С.К. Хамзин [и др.] – М.: ООО «Бастет», 2007. – 216 с.

41 Дикман, Л.Г. Организация строительного производства: учеб. для строит, вузов / Л.Г. Дикман. – М.: АСВ, 2002. – 512 с.

42 Экономика отрасли (строительство): методические указания к выполнению курсовой работы / И.А. Саенко, Е.В. Крелина, Н.О. Дмитриева. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2012.

43 Саенко И.А. Экономика отрасли (строительство): конспект лекций – Красноярск, СФУ, 2009.

44 Градостроительный кодекс Российской Федерации от 29.12.2004 N 190-ФЗ (ред. от 07.03.2017): официальный текст. – Москва : ИНФРА-М, 2017. – 99 с.

45 МДС 81-35.2004. Методика определения стоимости строительной продукции на территории Российской Федерации. – Введ. 2004-03.09. – М.: Госстрой России, 2004.

46 МДС 81-33.2004. Методические указания по определению величины накладных расходов в строительстве. – Введ. 12.01.2004. – Москва : Госстрой России, 2004, – 23 с.

47 ГСН 81-05-02-2001. Сборник сметных норм дополнительных затрат при производстве строительно-монтажных работ в зимнее время. – Введ. 01.06.2001. – Москва : Госстрой России, 2001. – 61 с.

48 МДС 81-25.2001. Методические указания по определению величины сметной прибыли в строительстве. – Введ. 28.02.2001. – Москва : Госстрой России 2001. – 10 с.

49 Письмо Минстроя России от 20.03.2017 г. № № 8802-ХМ/09 «О рекомендуемых к применению в I квартале 2017 года индексах изменения сметной стоимости строительно-монтажных работ, индексах изменения сметной стоимости пусконаладочных работ, индексах изменения сметной стоимости проектных и изыскательских работ, индексах изменения сметной стоимости прочих работ и затрат, а также индексах изменения сметной стоимости оборудования [Электронный ресурс]: Минстрой России. – Режим доступа: <http://www.minstroyrf.ru>.

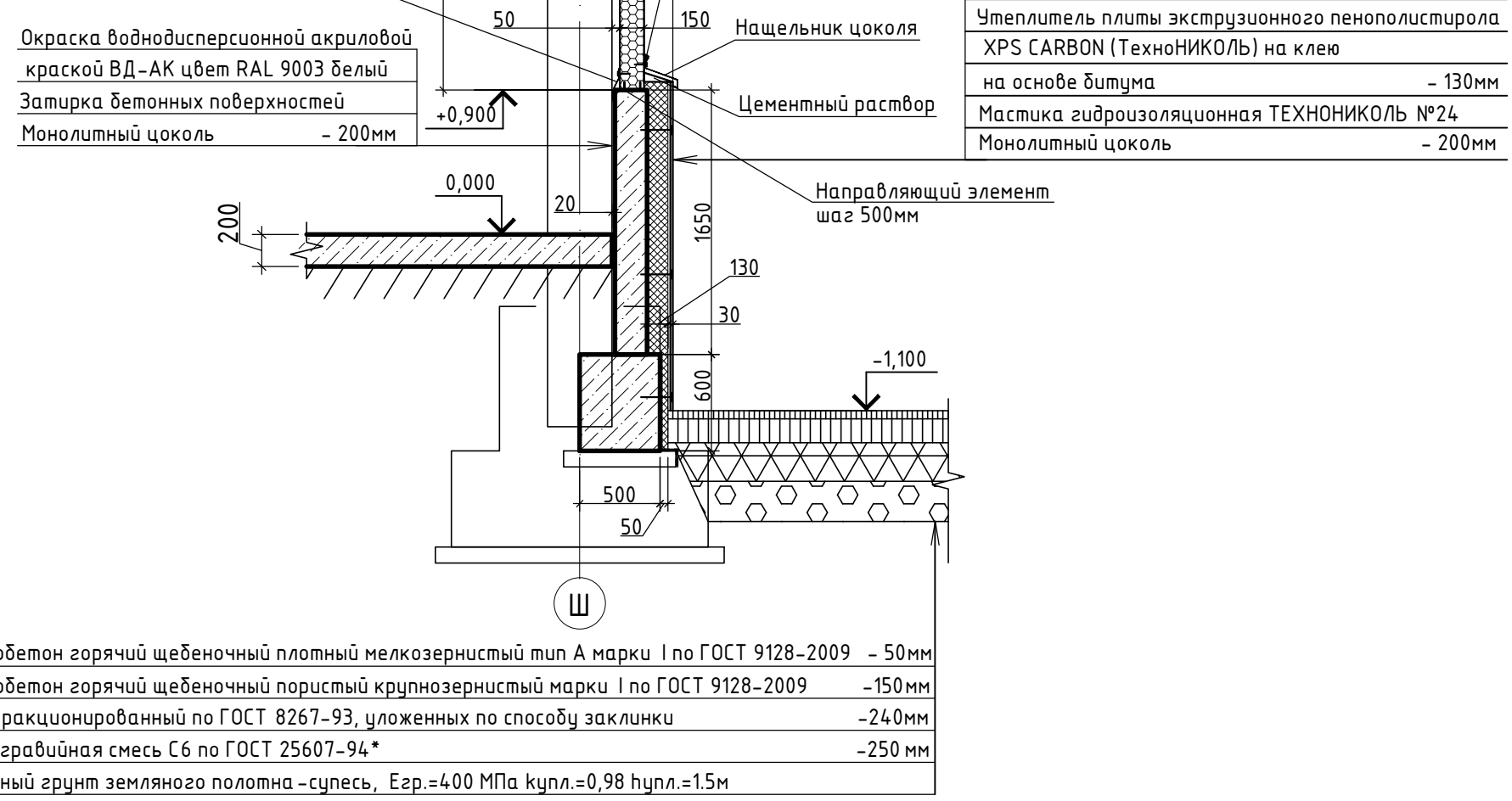
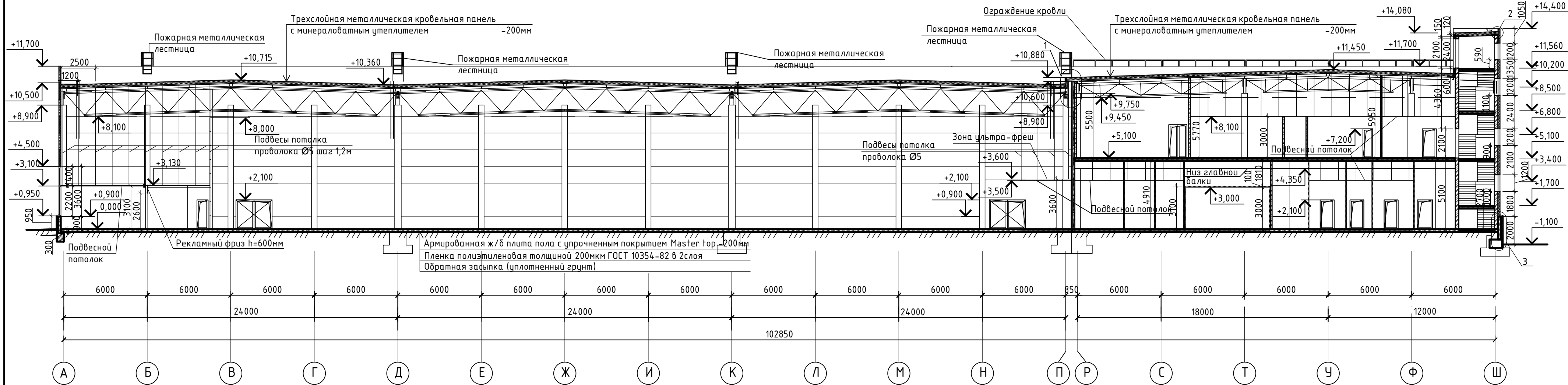
50 Программный комплекс «Гранд-смета».



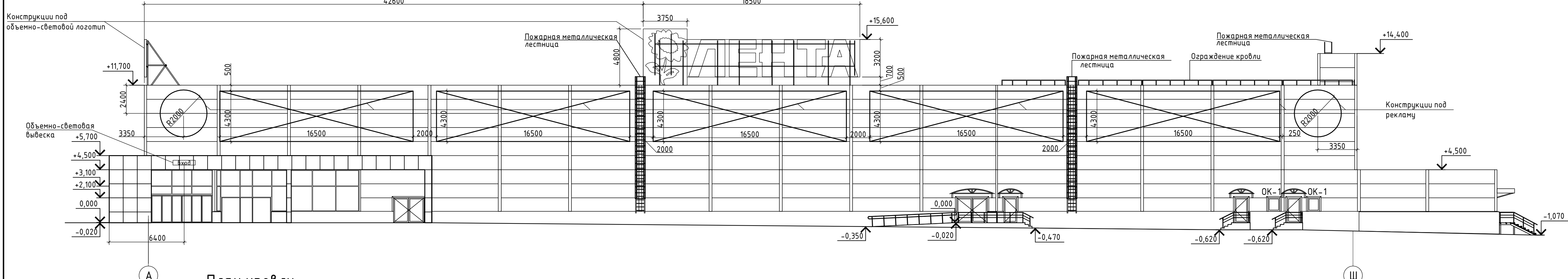




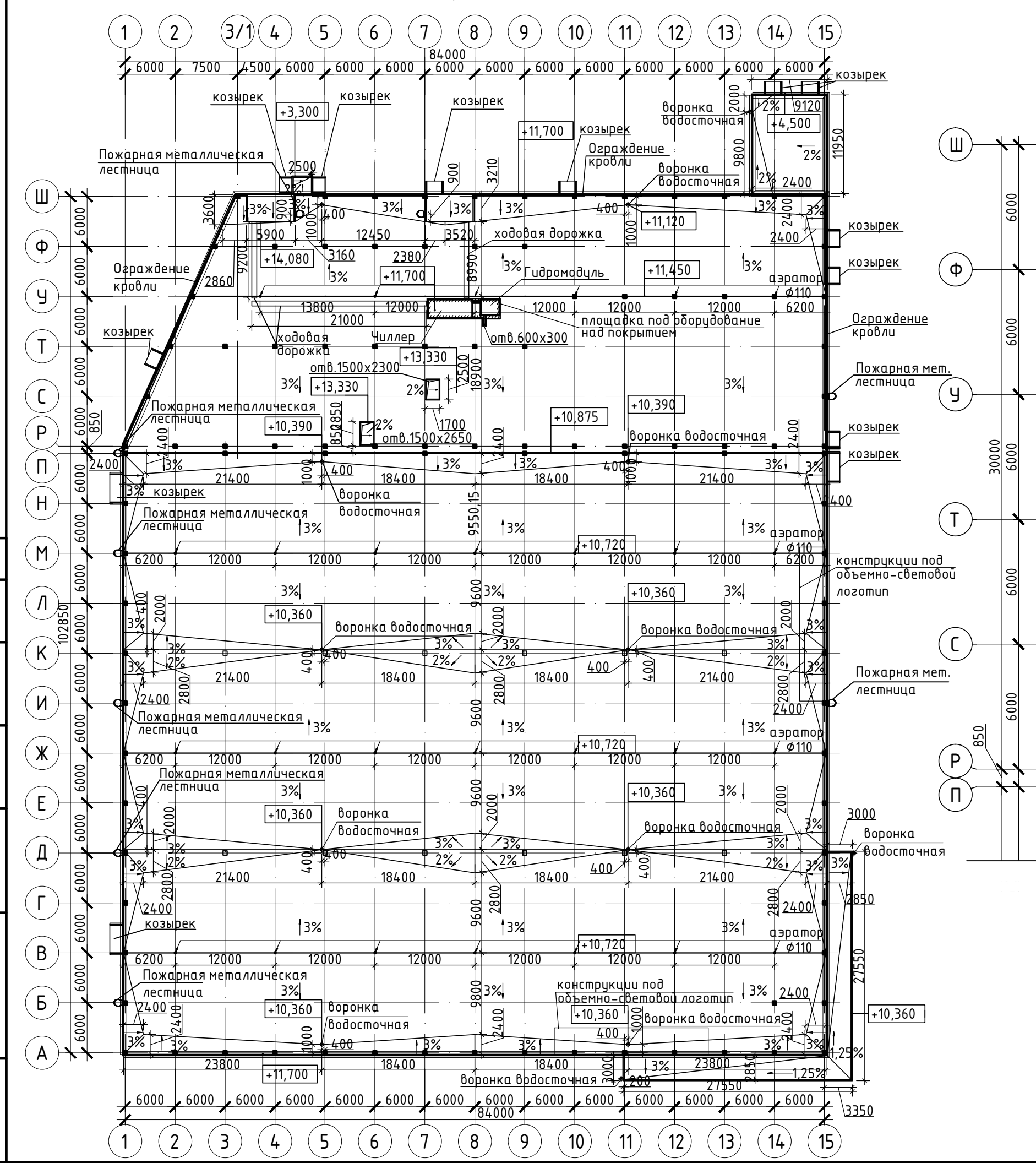
Разрез 1-1



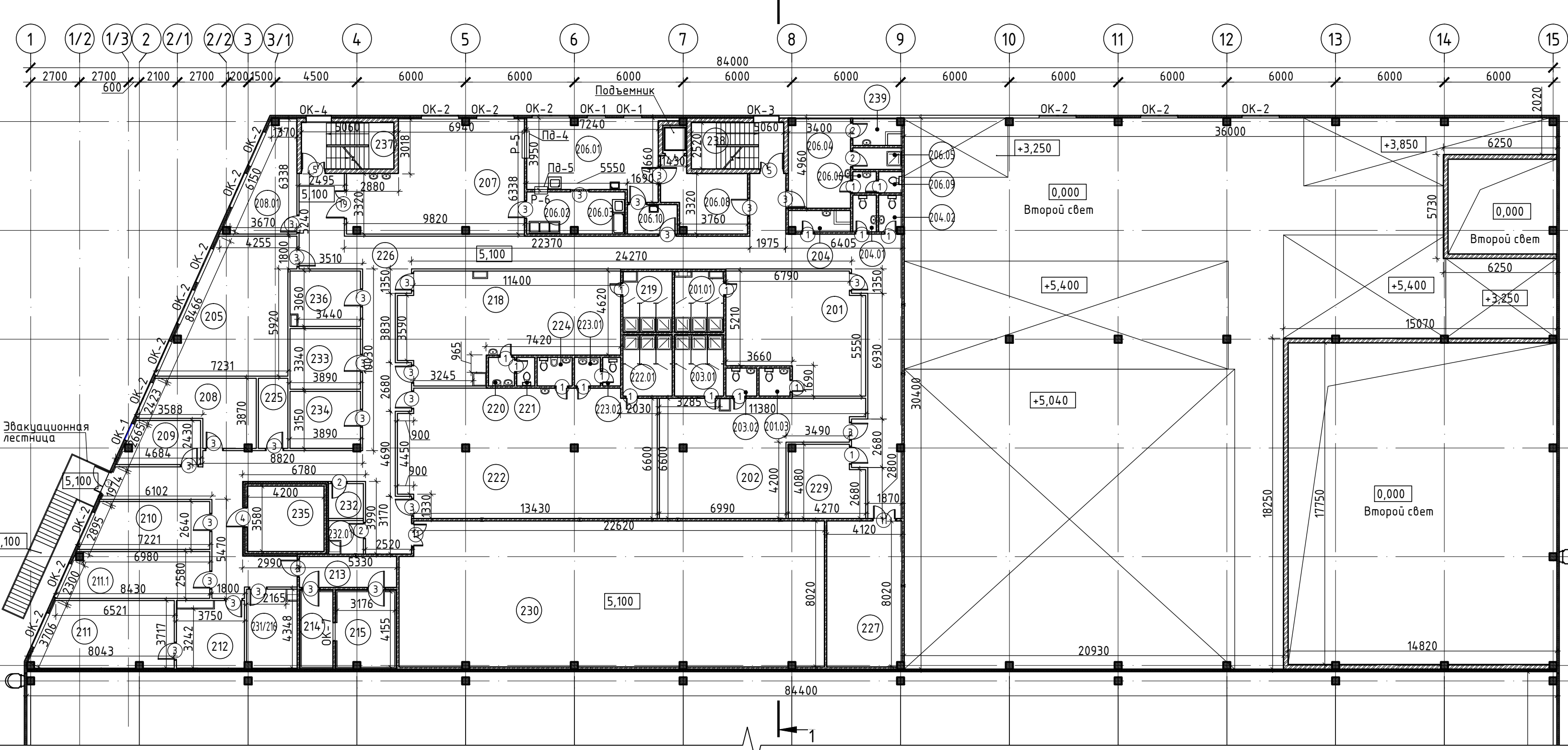
Фасад А-Ш



План кровли



План на отм. +5.100



Экспликация помещений палана на отм. 5,100 (начало)

Экспликация помещений палана на отм. 5,100 (продолжение)

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат.* помещения	Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат.* помещения
201	Гардеробная муж	45.7		203.02	Санузел	2.5	
201.01	Душевая	8.9		204	К.У.И	3.8	В4
201.03	Санузел	2.5		204.01	Санузел	2.5	
202	Гардеробная жен	55.2		204.02	Санузел	2.4	
203.01	Душевая	9.0		205	Зал обучения персонала (15-20 чел)	43.7	

Экспликация помещений палана на отм. 5,100 (окончание)

Номер помещения	Наименование	Площадь, м²	Кат.* помещения
206.01	Помещение подготовки продукции к реализации	29.6	В4
206.02	Моечная столовой посуды	6.0	Д
206.03	Моечная кухонной посуды	6.4	Д
206.04	Гардеробная для персонала столовой	16.7	
206.05	Душевая	3.1	
206.06	Тамбур санузла	1.4	
206.08	Служебное помещение кухни	15.4	
206.09	Санузел	1.4	
206.10	Санпропускник	4.5	
207	Обеденный зал	53.5	
208	Отдел кадров	18.3	
208.01	Переговорная отдела кадров	17.6	
209	Начальник отдела кадров	9.9	
210	Бухгалтерия	17.7	
211	Кабинет директора	27.4	
211.1	Кабинет заместителя директора	20.2	
212	Помещение ассистента директора	14.6	
213	Тамбур-шлюз	9.0	
214	Комната пересчета	7.2	
215	Главная касса	13.2	
218	Гардеробная муж	62.7	
219	Душевая муж	8.9	
220	Тамбур санузла муж	2.2	
221	Санузел муж	1.5	
222	Гардеробная жен	98.7	
222.01	Душевая жен	9.0	
223.01	Тамбур санузла жен	2.2	
223.02	Санузел жен	1.5	
224	Помещение личной гигиены жен	2.9	
225	Архив ОК	6.3	
226	Коридор	179.7	
227	Серверная	33.0	В3
229	IT-отдел	16.0	
230	Венткамера	187.6	Д
231/216	Помещение начальника службы контроля и режима. Аналитик	12.1	
232	Помещение для грязной одежды	3.7	В4
232.01	Помещения для хранения чистой одежды	3.5	В3
233	Помещение мерчендайзеров	13.0	
234	Помещение мерчендайзеров	12.2	
235	Машинный зал холодильного оборудования (шокееры)	14.1	В3
236	Помещение клининга	11.9	
237	Лестница №1	12.8	
238	Лестница №2	12.8	
239	К.У.И	3.9	Д

БР-08.03.01.00.01.АР					
ФГАУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.чт.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Козленко А.С.				
Консультант	Домашева М.А.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н.контр.	Петухова И.Я.				
Заб.кафедрой	Дворниев С.В.				
Гипермаркет "Лента" в Свердловском районе г. Красноярск			Стадия	Лист	Листов
Разрез 1-1, фасад А-Ш, план кровли, план на отм. +5.100, узел 3, экспликация помещений на отм. +5.100			Р	2	
			СКУС		



Схема расположения стропильных и подстропильных ферм, балок покрытия и надколонников

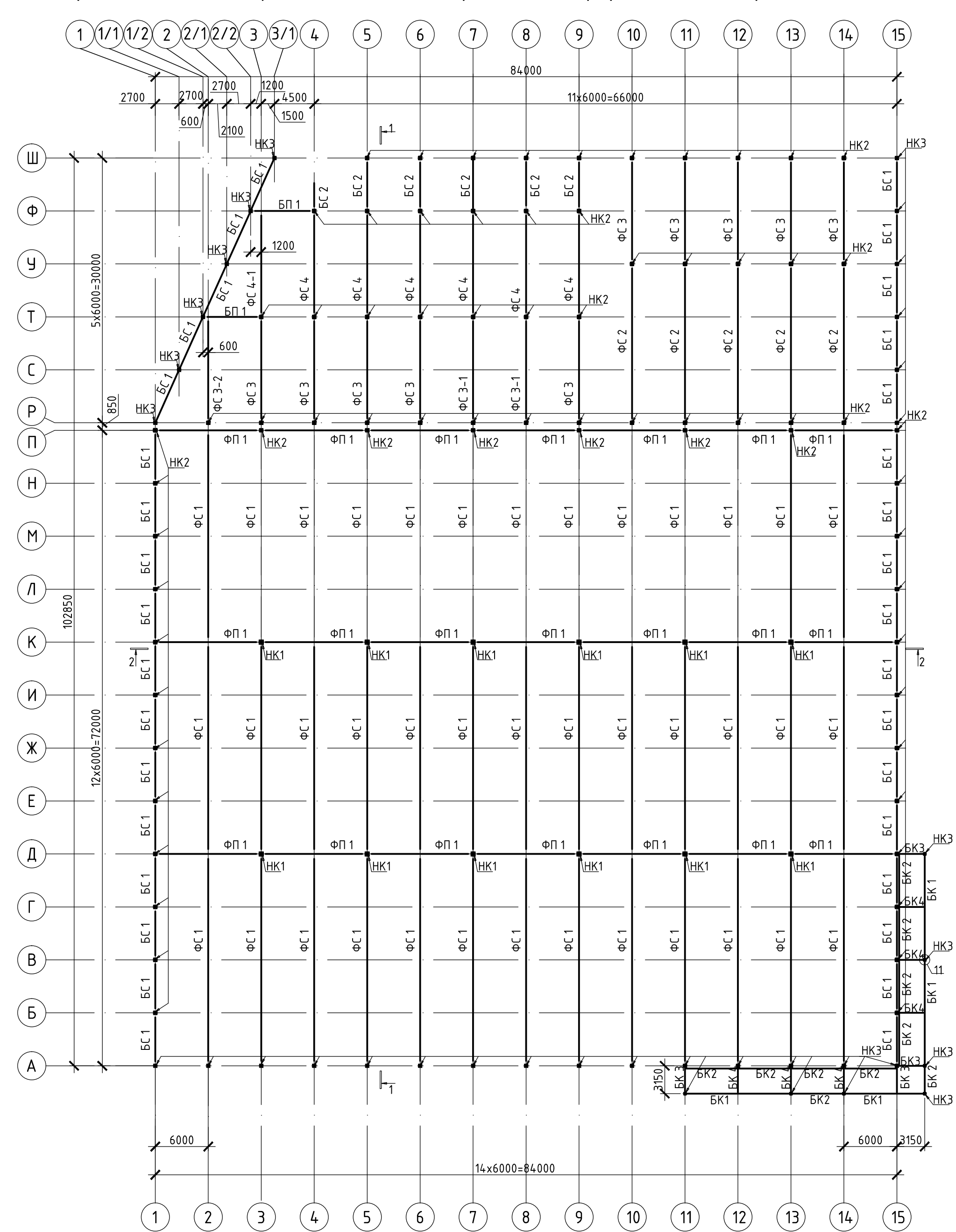
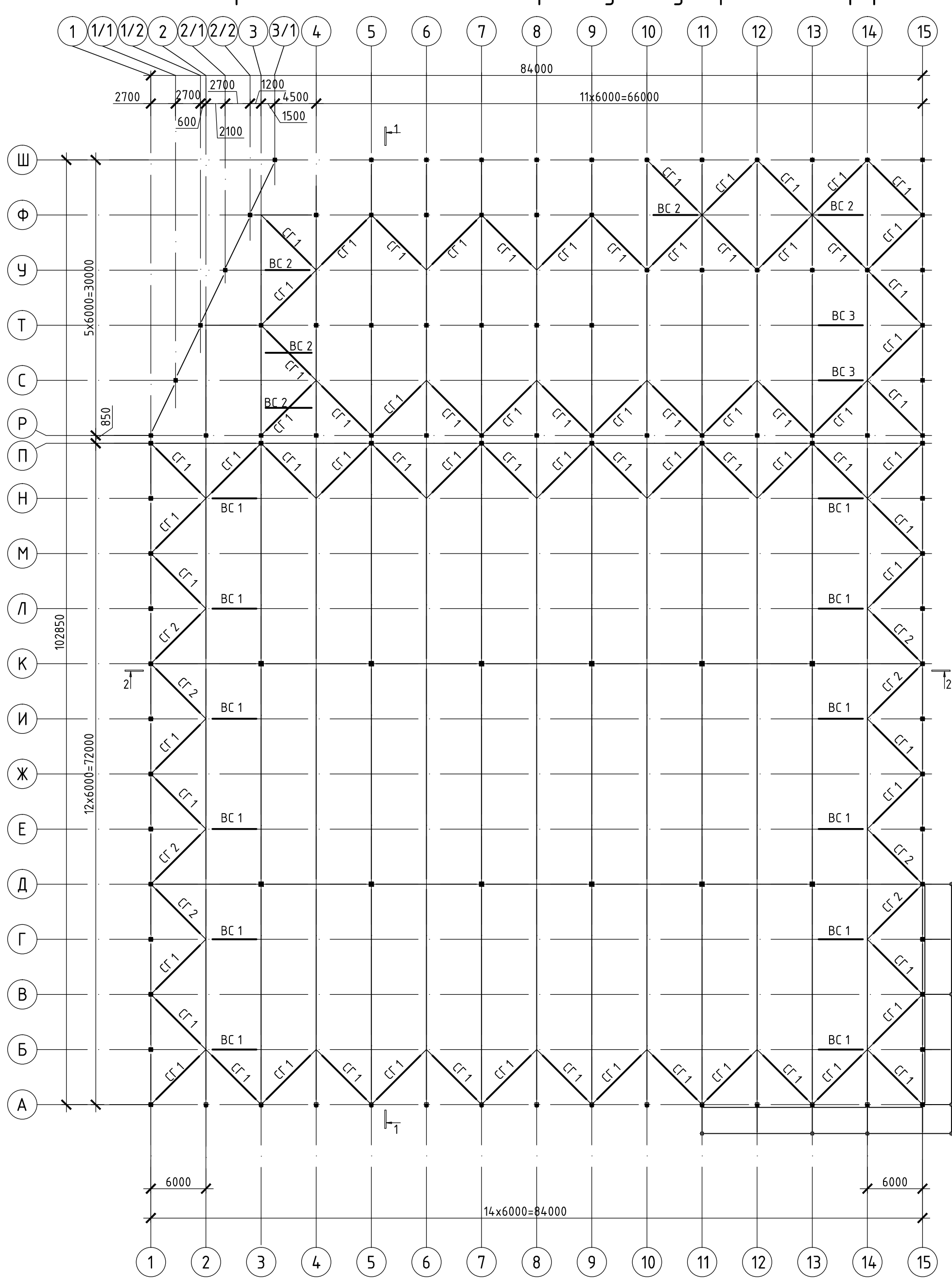
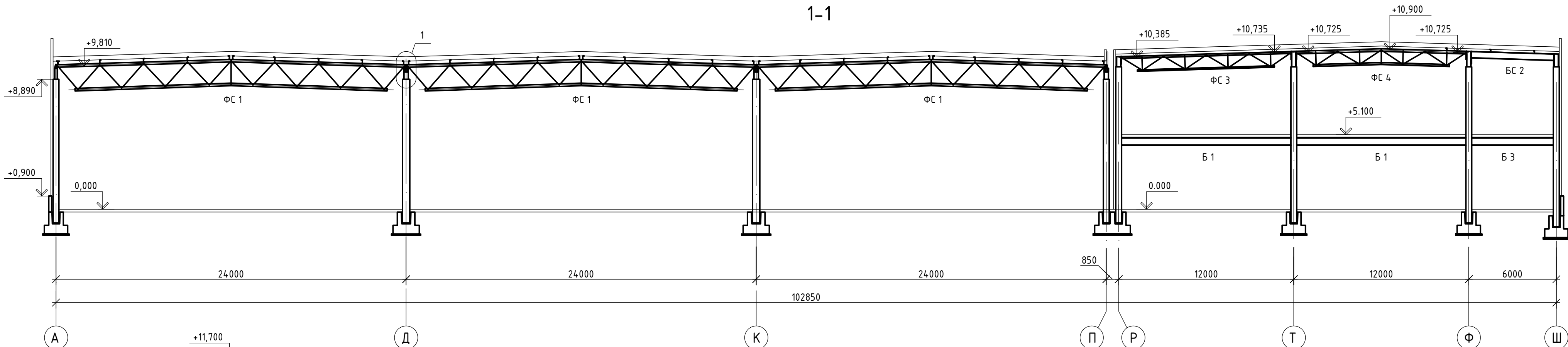


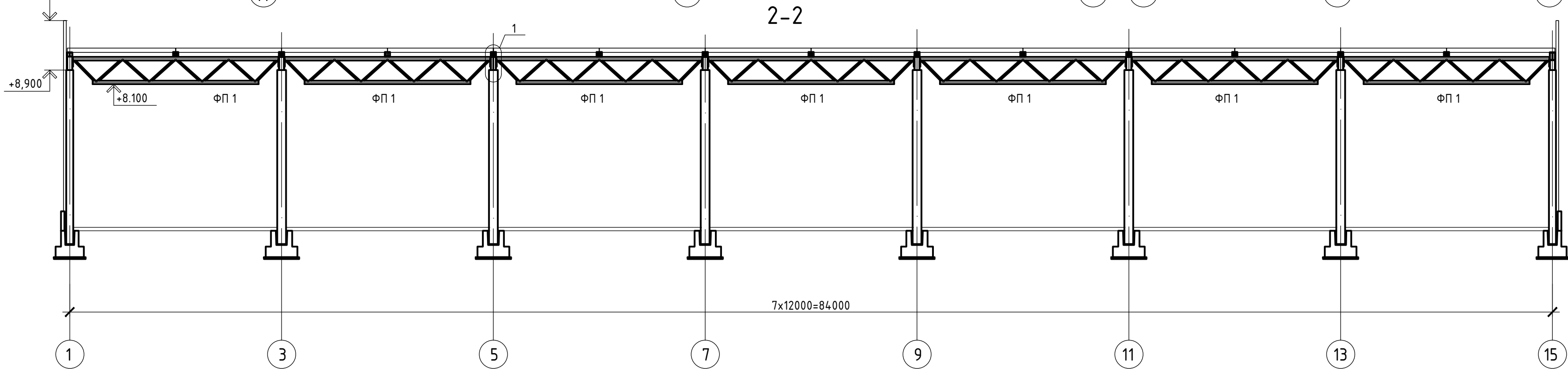
Схема расположения связей по верхнему поясу стропильных ферм



1-1



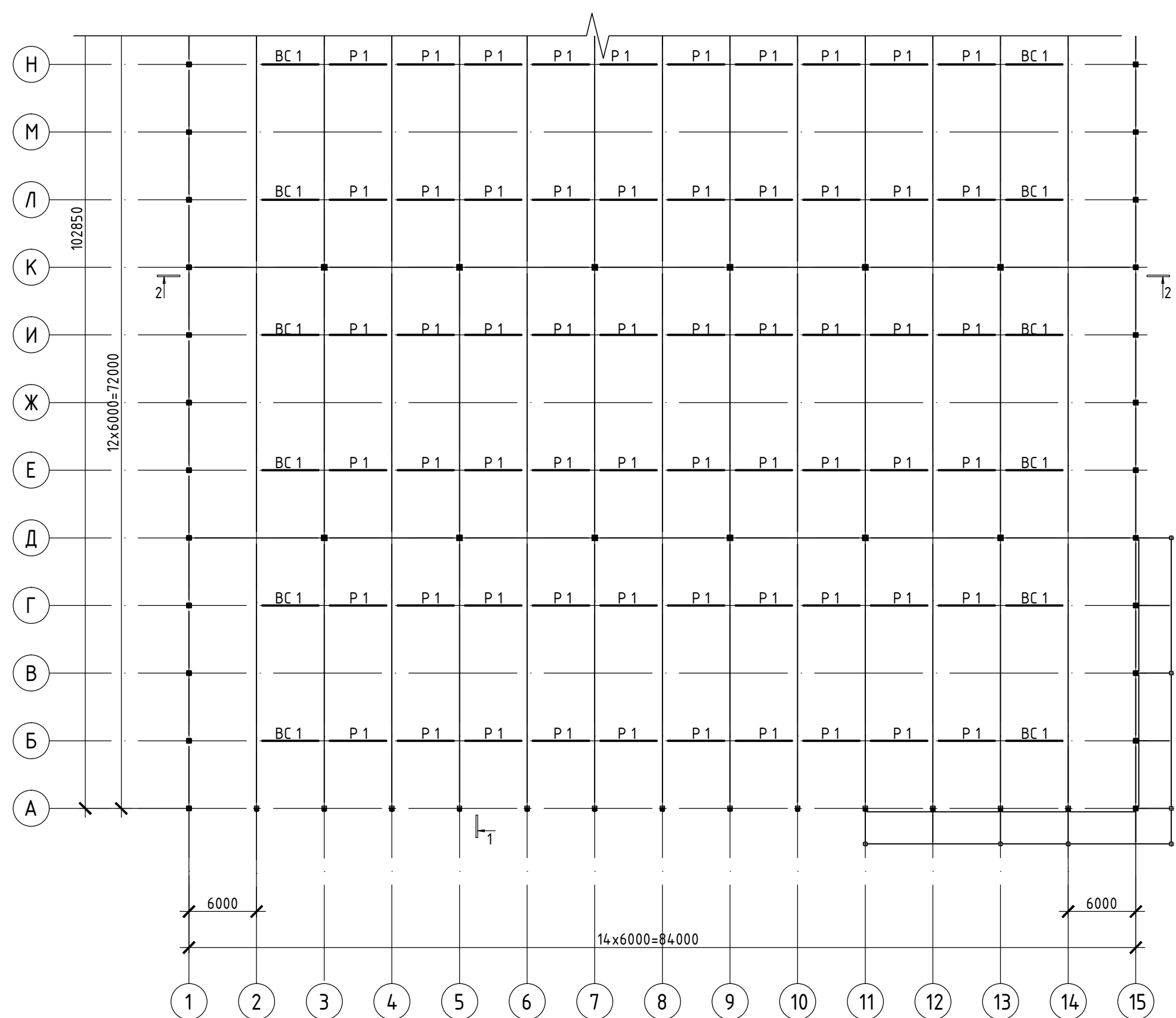
2-2



Ведомость элементов покрытия

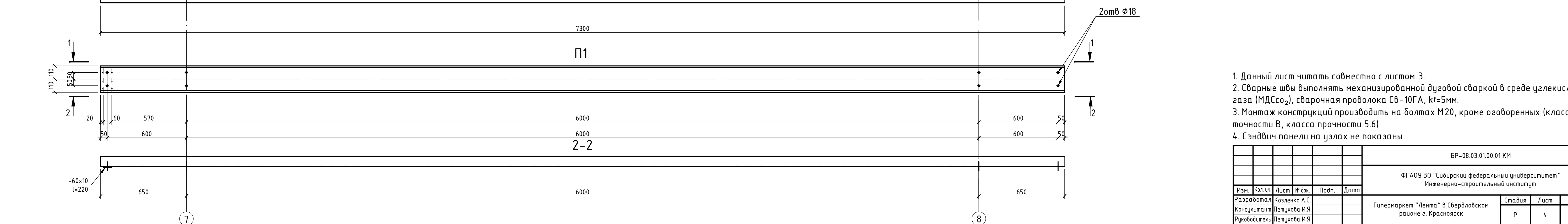
Марка	Сечение		Опорные усилия			Наименование стали	Примечание
	Эскиз	Поз	Состав	M, мм	N, m	Q, m	
БС 1	I		I 25Ш1				С345
БС 2		1	- 175x12				С345
		2	- 276x6				С345
БП 1		1	- 175x12				С345
		2	- 276x6				С345
Р1	□		анД 90x5				С 235
СГ 1	L		L125x8				С 235
СГ 2	└		2L 90x7				С 235
ВС1		1	анД 90x5				С 235
		2	ан.Д70x5				
ВС2		1	анД 90x5				С 235
		2	анД 90x5				
		3	ан.Д50x5				
ВС3		1	анД 90x5				С 235
		2	ан.Д50x5				
П1	C		C22				С 245
П2	I		2C22				С 245
ФС1	сложное сечение		см. чертеж лист 4				
ФС2							
ФС3							
ФС4							
ФП1							
БК 1		1	- 280x12				С345
		2	- 400x6				С345
БК 2	I		I 25Ш1				С345
БК 3	I		I 20Б1				С235
БК 4	C		C 18У				С235
НК1	I		I 30К2				С345
НК2	I		I 30К2				С345
НК3	I		I 20К1				С345

Схема расположения связей по нижнему поясу стропильных ферм в осях 1-15/А-Н

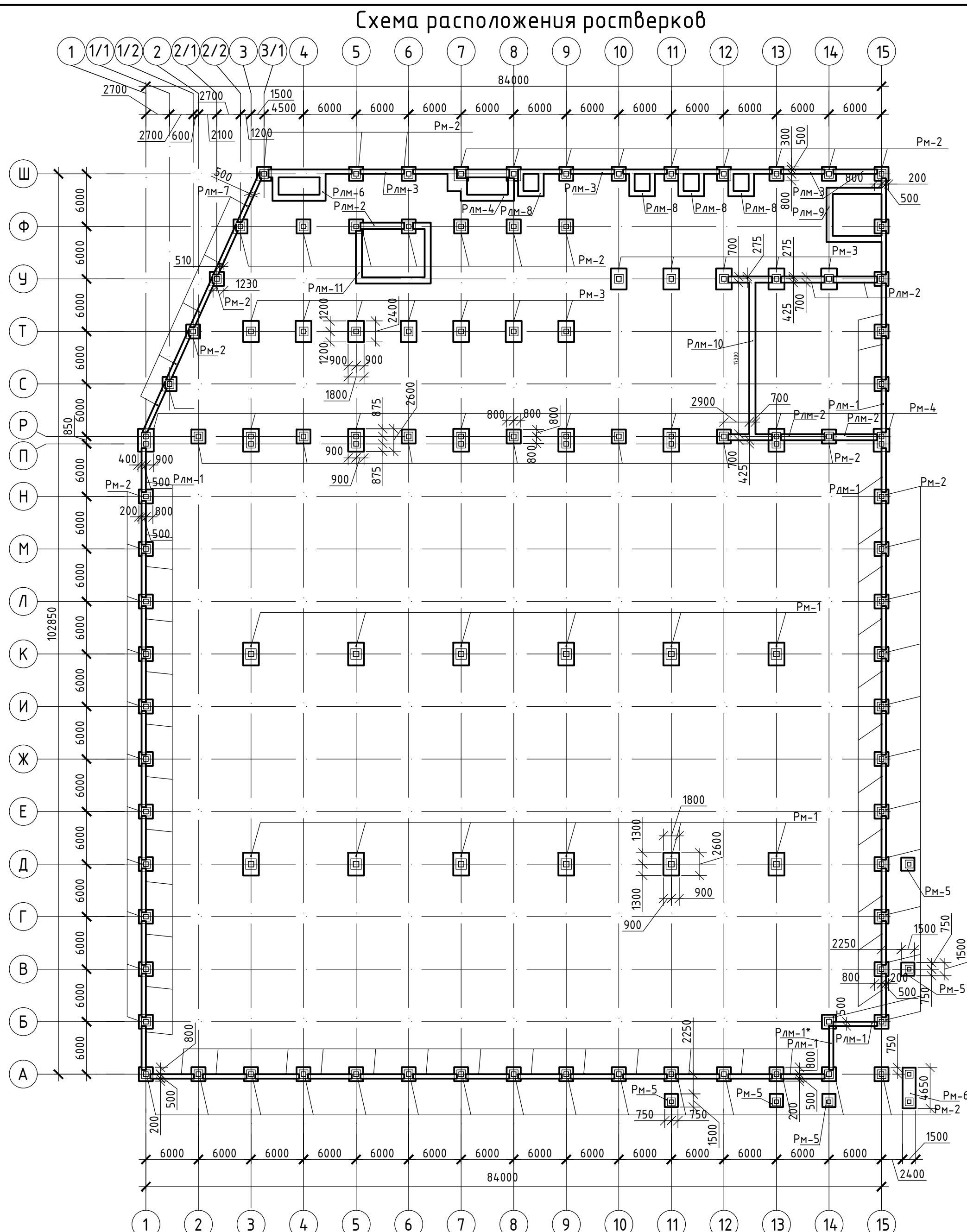
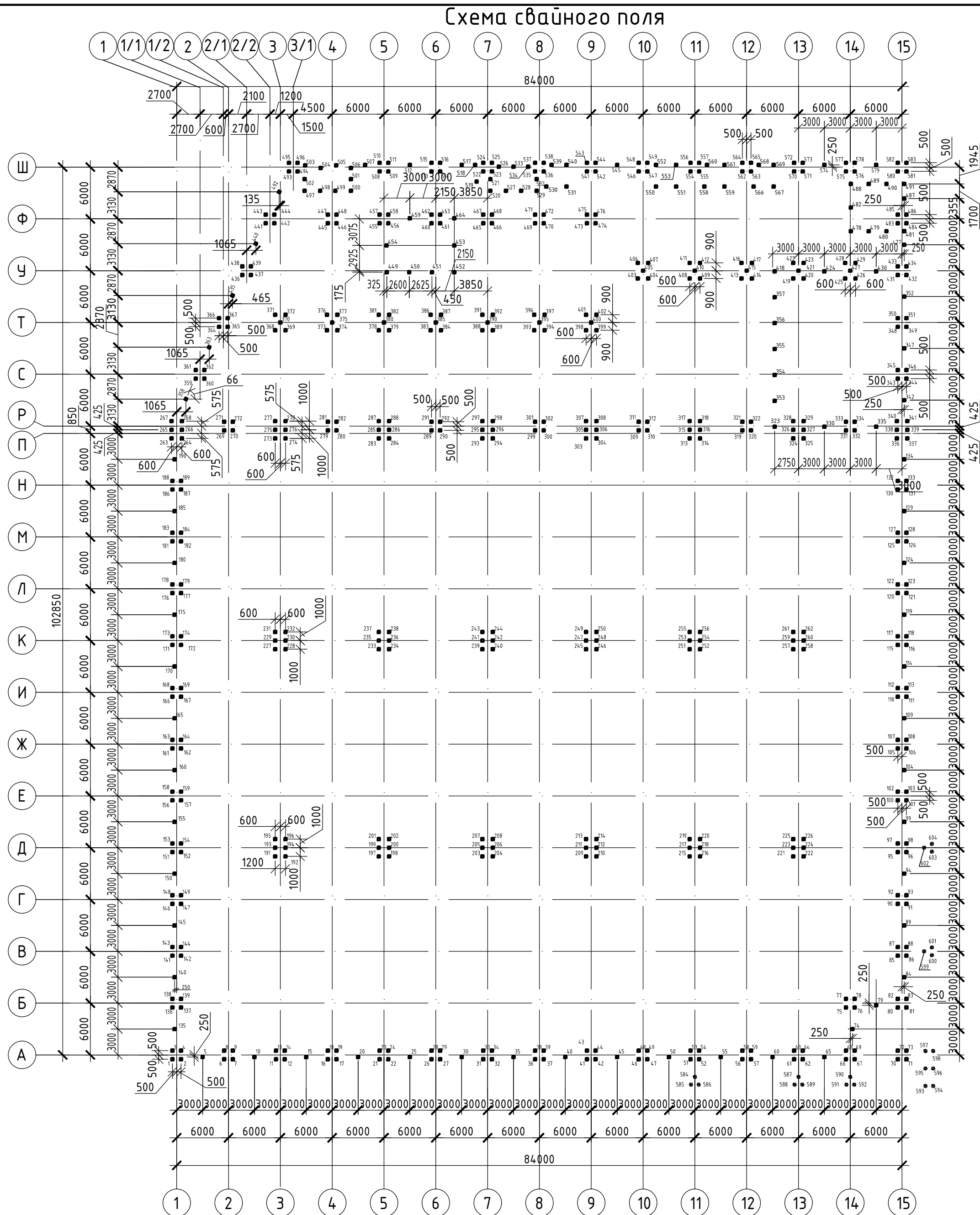


- Район строительства – Красноярск (t=-42°С).
- Монтаж конструкций производят на болтах М20 (класс точности В, класса прочности 5.6)
- Лист 3 читать совместно с листом 4.

						БР-08.03.01.00.01 КМ		
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт		
Изм.	Кол.ч.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Гипермаркет "Лента" в Свердловском районе г. Красноярск	Стадия	Лист
Разработал	Козленко А.С.						Р	3
Консультант	Петухова И.Я.							
Руководитель	Петухова И.Я.							
Н.контроль	Петухова И.Я.					Схема расположения стропильных и подстропильных ферм, балок покрытия и надколонников, схема расположения связей по верхнему поясу стропильных ферм, схема расположения связей по нижнему поясу стропильных ферм, 1-1, 2-2		
Заб.кафедрой	Дворниев С.В.							



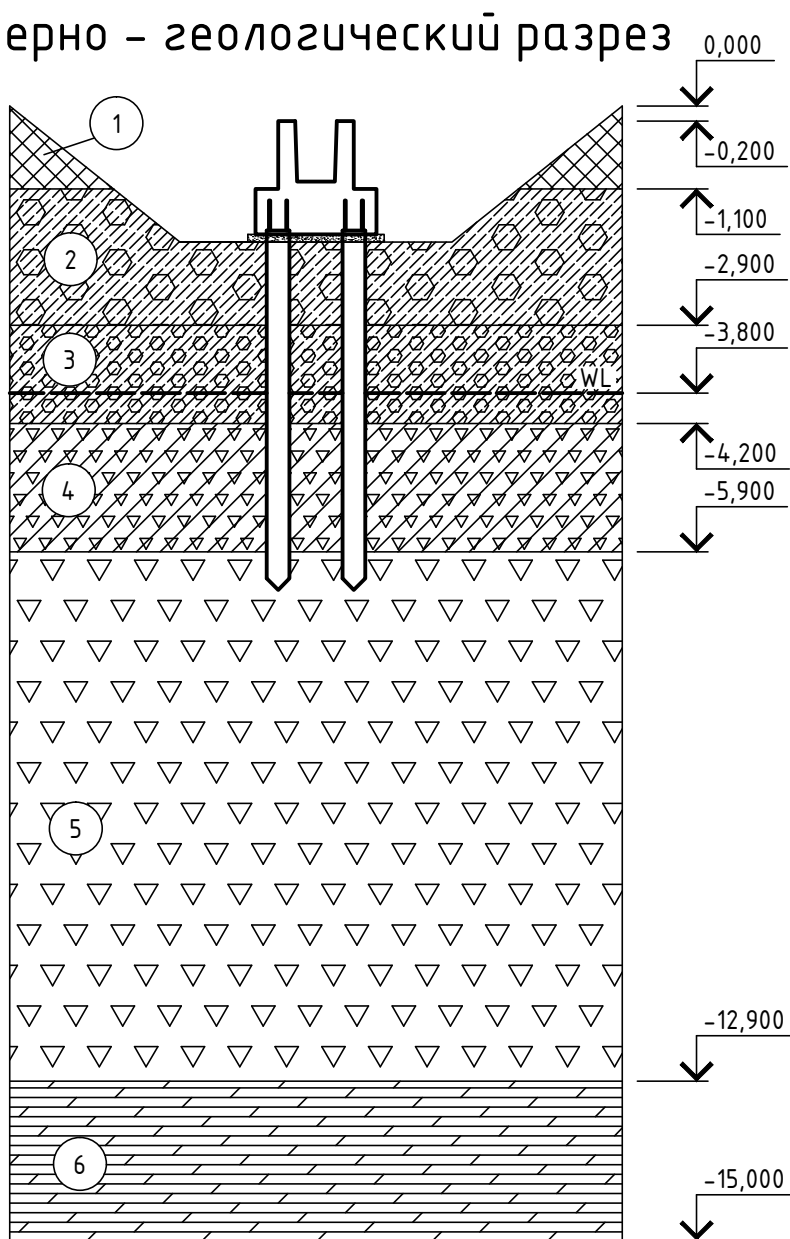
- |               |          |      |               |       |      |   |        |      |        |
|---------------|----------|------|---------------|-------|------|---|--------|------|--------|
|               |          |      |               |       |      | БР-08.03.01.00.01 КМ  |        |      |        |
|               |          |      |               |       |      | ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"<br>Инженерно-строительный институт |        |      |        |
| Изм.          | Кол. уч. | Лист | № док.        | Подп. | Дата | Гипермаркет "Лемма" в Свердловском районе г. Красноярск                         | Стадия | Лист | Листов |
| Разработчик   |          |      | Козленко А.С. |       |      |   | Р      | 4    |        |
| Консультант   |          |      | Петухова И.Я. |       |      | ФС-1, узлы 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7-1, 2-2, 3-3, 4-4, 5-5, 6-6, 7-7                  |        |      | СКУЭС  |
| Руководитель  |          |      | Петухова И.Я. |       |      |   |        |      |        |
| Н. контролер  |          |      | Петухова И.Я. |       |      |   |        |      |        |
| Зав. кафедрой |          |      | Дворниев С.В. |       |      |   |        |      |        |



Спецификация роствергов					
Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол. шт.	Масса ед., кг	Прим.
РМ-1		Ростверк монолитный РМ-1	12		
РМ-2		Ростверк монолитный РМ-2	71		
РМ-3		Ростверк монолитный РМ-3	12		
РМ-4		Ростверк монолитный РМ-4	8		
РМ-5		Ростверк монолитный РМ-5	5		
РМ-6		Ростверк монолитный РМ-6	1		
РЛМ-1		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-1	40		
РЛМ-1*		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-1*	1		
РЛМ-2		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-2	5		
РЛМ-3		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-3	4		
РЛМ-4		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-4	1		
РЛМ-5		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-5	1		
РЛМ-6		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-6	1		
РЛМ-7		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-7	5		
РЛМ-8		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-8	4		
РЛМ-9		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-9	1		
РЛМ-10		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-10	1		
РЛМ-11		Ростверк ленточный монолитный РЛМ-11	1		

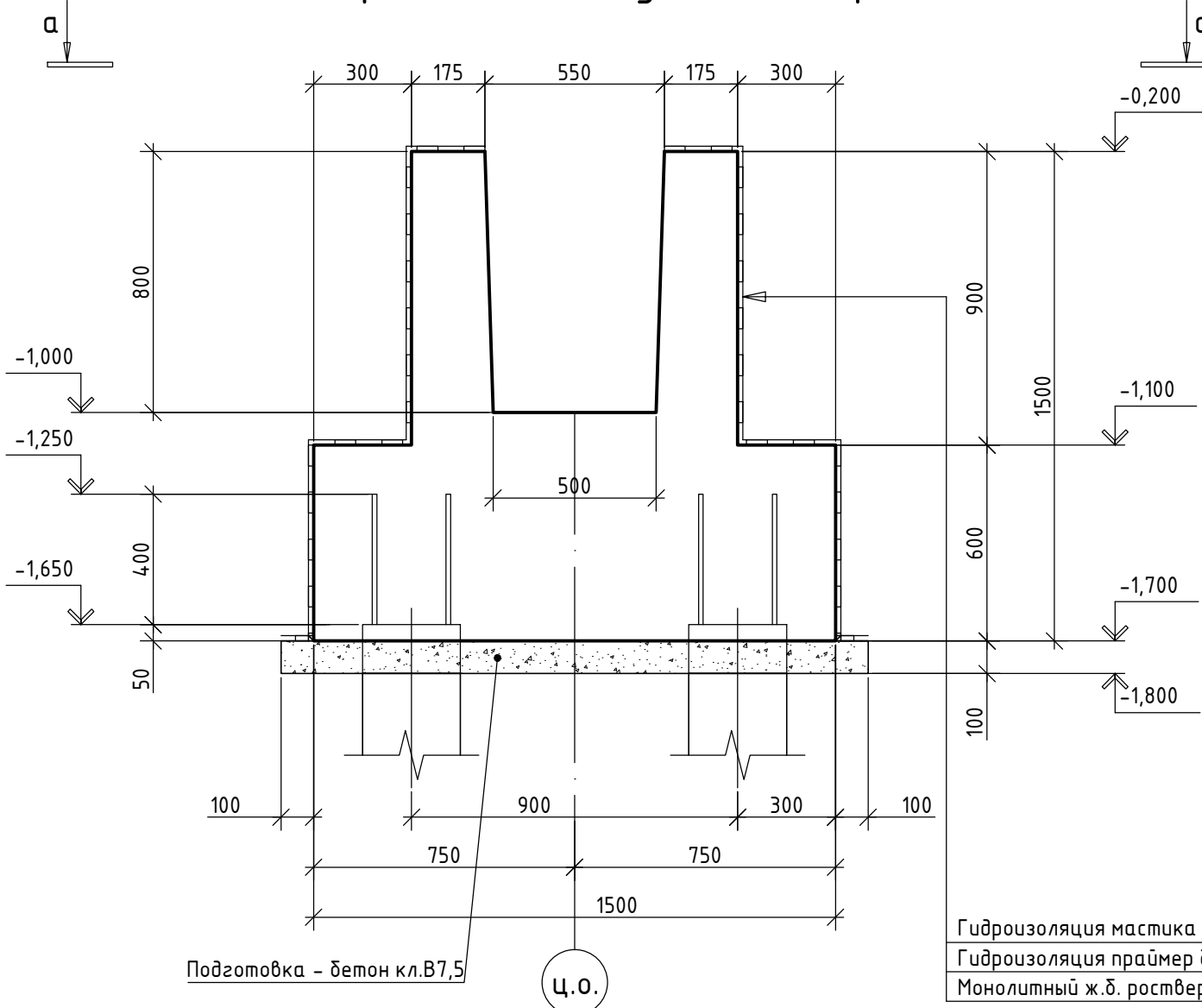
Спецификация к схеме свайного поля					
Марка, поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса ед., кг	Прим.
1-604	Серия 1.011.1-10 выпуск 1	Свая С50.30, L=5,0 м	604	1380	

Инженерно – геологический разрез

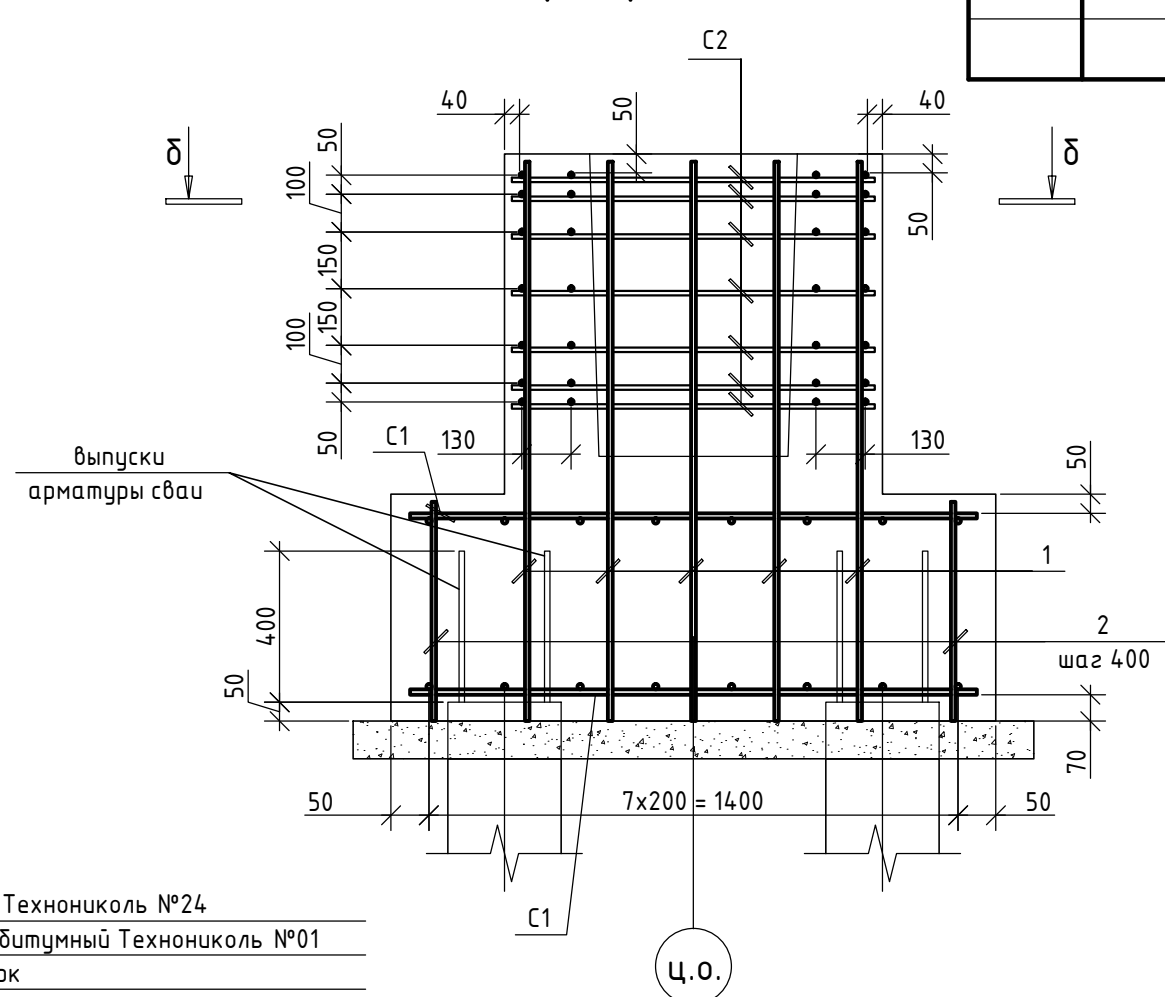


Марка элемента	Изделия арматурные							Изделия закладные			
	Арматура класса							Арматура класса			
	A240							A400			
	ГОСТ 5781-82							ГОСТ 5781-82			
Ростверки	Ø6		Ø8	Ø12	Ø14	Ø20	итого	Ø12	итого	Всего	Всего
Ростверки	650,32	-	3937,46	8557,32	7887,58	3422,64	23805	24455,32	-	-	-
Монолитный ж.б. цоколь	376,25	-	2087,7	-	-	-	-	2463,95	44,55	-	244,61

Ростверк РМ-2. Опалубочный чертёж

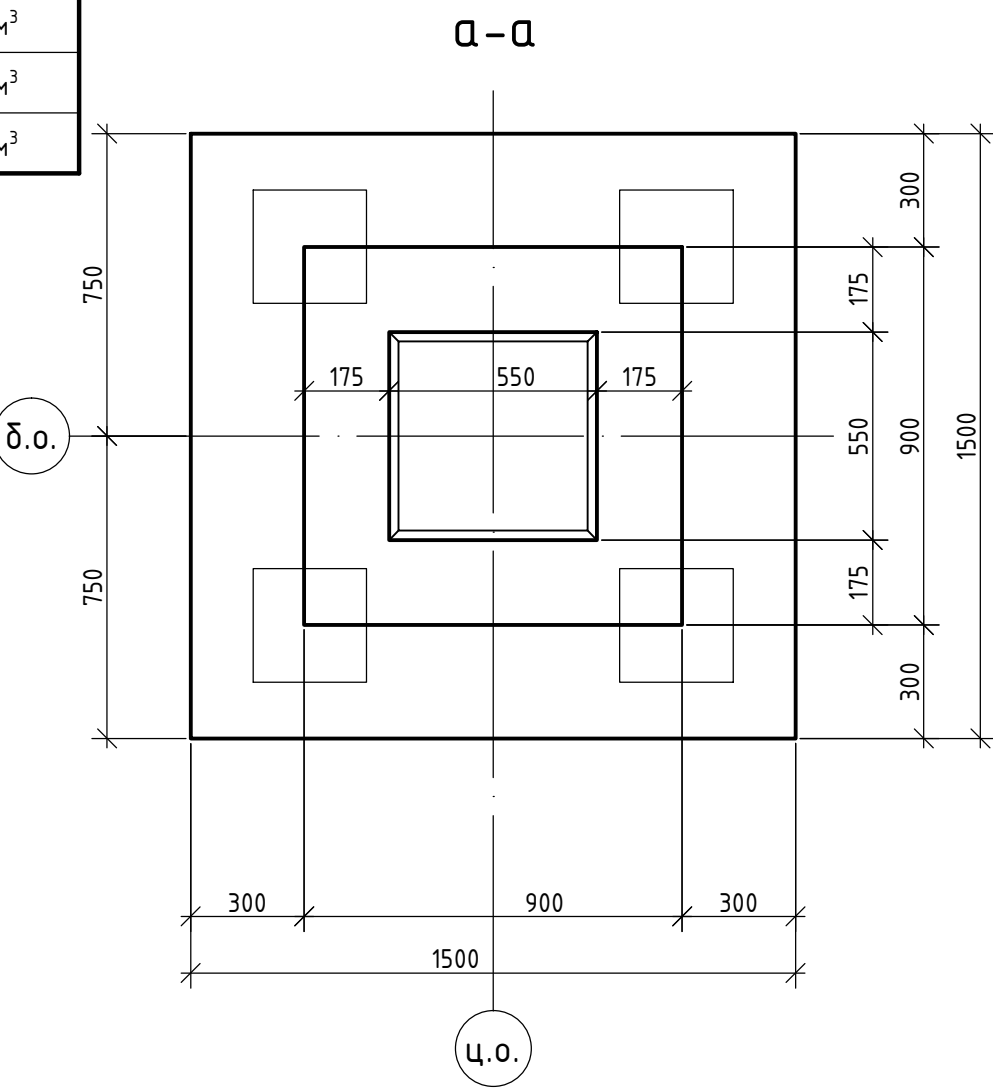
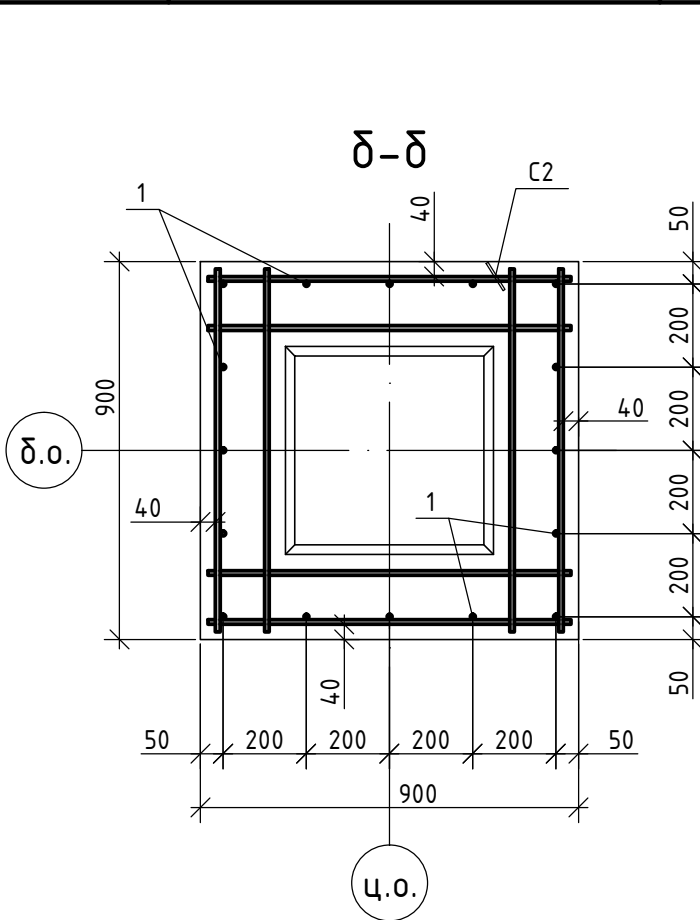


Ростверк РМ-2. Армирование



Спецификация элементов армирования ростверка

Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Масса, ед., кг	Прим.
Сборочные единицы					
C1	ГОСТ 23279-2012	Сетка 2С 12-A400, ГОСТ 5781-82, L=1480	2	29,12	58,24 кг
C2		Сетка C2 12-A400, ГОСТ 5781-82, L=580	7	6,8	47,6 кг
Отдельные стержни					
1		12-A400, ГОСТ 5781-82, L=1480	16	1,31	20,96 кг
2		12-A400, ГОСТ 5781-82, L=580	12	0,52	6,24 кг
Материалы					
для замоноличивания колонн			Бетон кл. В20, F150, W4	2,2	м³
			Бетон кл. В15	0,12	м³
			Бетон кл. В7,5	0,35	м³



- 1. Насыпной грунт
- 2. Гравийный грунт с супесчаным заполнителем пластичной консистенции
- 3. Супесь галечниковая пластичной консистенции
- 4. Супесь щебенчатая текучей консистенции
- 5. Щебенчатый грунт, с супылистым заполнителем тугопластичной консистенции
- 6. Мергель сильнотрещиноватый, средней прочности, неразмываемый, слабодыветрелый

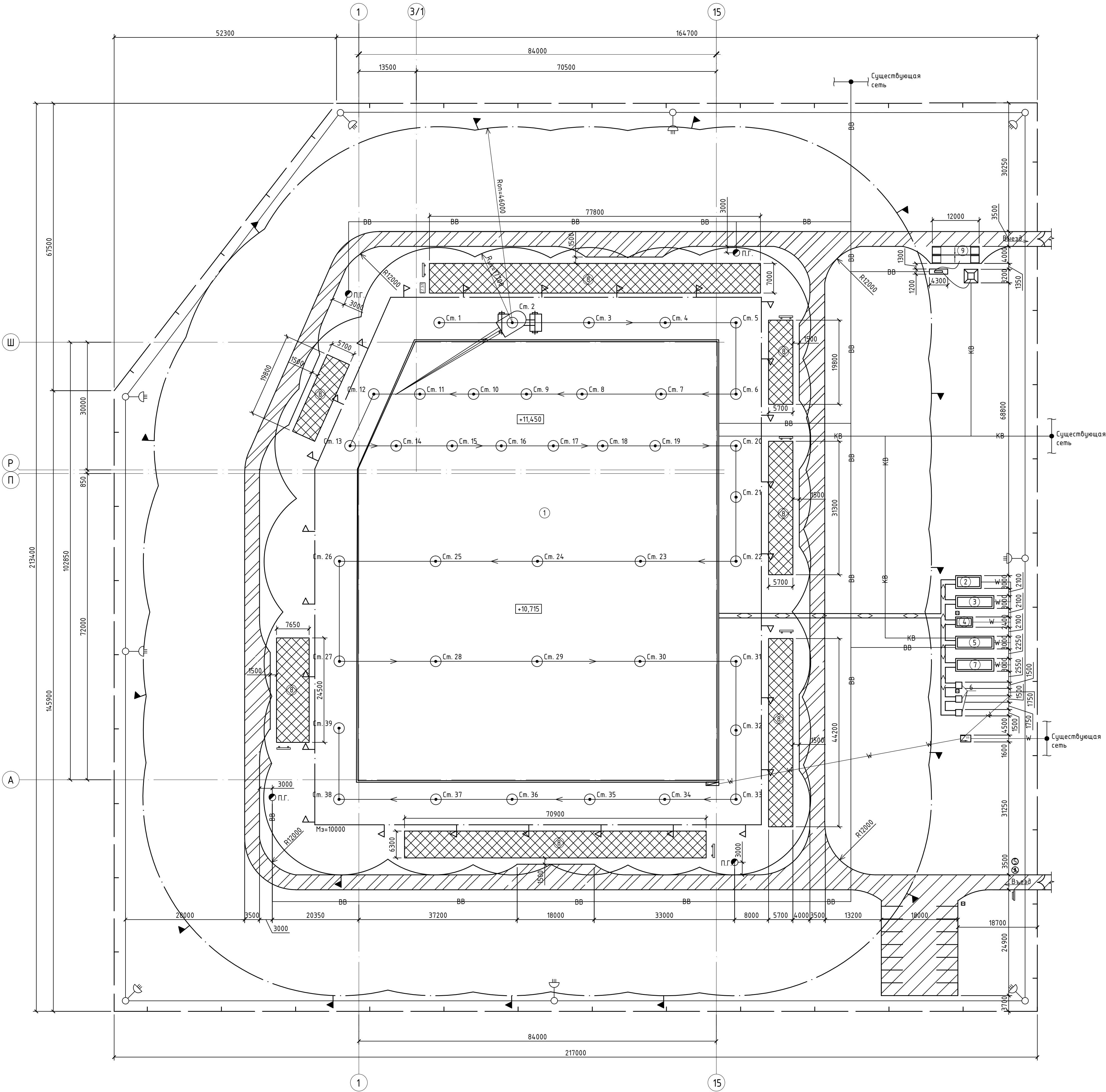
- Отметка 0.000 соответствует абсолютной отметке 147,000.
- Материал свай: бетон тяжелый средней плотности класса В25, F150, W6 ГОСТ 26633-2012, продольная арматура 4 12 А500С ГОСТ Р 52544-2006. Защитный слой арматуры 30 мм.
- Несущая способность свай - 770 кН. Расчётная нагрузка на сваю - 550 кН.
- Свая забивается штанговым дизель-молотом СП-7 до расчетного отказа 0,63 см.
- Сваи погружать до достижения проектного отказа, при этом минимальная глубина погружения свай должна быть не менее 3м.
- Заделка свай в ростверк жесткая: голова свай разбивается, а арматура заводится в ростверк на 450 мм.
- Перед началом работ по устройству роствергов выполнить подготовку из бетона кл. В7,5 толщиной 100мм.
- На всех горизонтальных и вертикальных поверхностях фундамента, соприкасающихся с грунтом, выполнить обмазочную гидроизоляцию.

БР-08.03.01.00.01 К.Ж					
ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет"					
Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол. чт.	Лист	№ док.	Подп.	Дата
Разработал	Козленко А.С.				
Консультант	Семенов М.Ю.				
Руководитель	Петухова И.Я.				
Н.контроль	Петухова И.Я.				
Заб.кафедры	Дворовцев С.В.				
Гипермаркет "Лента" в Свердловском районе г. Красноярск				Стадия	Лист
				Р	5
				СКУС	





Объектный строительный генеральный план на основной период строительства



Экспликация зданий и сооружений

№п/п	Наименование	Объем		Размеры в плане, мм	Тип, марка или краткое описание
		Ед. изм.	Кол-во		
1	Гипермаркет "Лента"	шт.	1	102850x84000	Строящееся здание
2	Гардеробная	шт.	1	9000x3000	5055-1
3	Гардеробная	шт.	1	6000x3000	31315
4	Сушилка, помещение для обогрева рабочих	шт.	1	4000x2400	420-04-09
5	Душевая, чумбальная	шт.	1	9000x3000	ВД-1
6	Биотуалет	шт.	2	1500x1500	-
7	Здания административного назначения	шт.	1	9000x3000	ГОСС-11-3
8	Склад	шт.	7		-
9	Пункт мойки колес	шт.	1	3000x12000	-

Технико-экономические показатели

Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Площадь территории строительной площадки	м²	44543
Площадь под постоянными сооружениями	м²	8640
Площадь под временными сооружениями	м²	160,6
Площадь складов		
- открытых	м²	396
- закрытых	м²	36,4
Протяженность временных автодорог	п.м	1207,47
Протяженность временных электросетей	п.м	136,28
Протяженность временных водопроводных сетей	п.м	659,73
Протяженность временных сетей водоотведения	п.м	123,25
Протяженность ограждения строительной площадки	п.м	680,6

Условные обозначения

	мусоросборник		граница опасной зоны работы крана
	проектор на опоре		граница монтажной зоны
	мойка для колес		дорога временная
	знак проход запрещен		участок дороги в опасной зоне работы крана
	знак ограничения скорости движения транспорта		дорога временная пешеходная
	пожарный гидрант		место хранения грузозахватных приспособлений и тары
	знак предупреждающий о работе крана, с поясняющей надписью		стенд со схемами строповки и таблицей масс грузов
	трансформаторная подстанция		граница рабочей зоны
	въездной стенд с транспортной схемой		ЛЭП временная подземная
	стенд с противопожарным инвентарем		временная водопроводная сеть
	место для первичных средств пожаротушения		временная канализационная сеть
			ограждение

						БР-08.03.01.00.01 ОСП					
						ФГАОУ ВО "Сибирский федеральный университет" Инженерно-строительный институт					
Изм.	Кол.чт.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Гипермаркет "Лента" в Свердловском районе г. Красноярск	Стадия	Лист	Листов		
Разработал							Р	7			
Консультант							Объектный строительный генеральный план на основной период строительства, технико-экономические показатели, экспликация зданий и сооружений				
Руководитель											
Н.контроль											
Зав.кафедрой											

# ПРИЛОЖЕНИЕ А

## Спецификация элементов заполнения проемов

Таблица 1 – Спецификация элементов заполнения дверных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Габариты проема (вхш)	Кол-во по этажам				Примечания
				на отм. 0,000	на отм. +5,100	на отм. +11,560	Всего	
1 Двери металлические противопожарные сертифицированные с доводчиком								
1.1	Ту 5262-001-51740842-99	ДМП 2800-2000	2900x2100	1	-	-	1	Предел огнестойкости EI 30 (таб. 23,24 И123-ФЗ), цвет дверного полотна – белый. Оборудовать доводчиком, металлическими ограничителями открывания дверей. Цвет белый. Ручки "П-образной" формы хром. Двери подъёмника поз.1.10 предел огнестойкости EI 60.
1.2		ДМП 2000-1000 л	2100x1100	4	-	-	4	
1.3		ДМП 2000-1000 пр		-	1	-	1	
1.4		ДМП 2000-900 л	2100x1000	5	-	-	5	
1.5		ДМП 2000-900 пр		1	-	-	1	
1.6		ДМП 2300-1200 л	2400x1300	1	2	-	3	
1.7		ДМП 2000-1200 пр	2100x1300	1	-	-	1	
1.8		ДМП 2000-1200 л		3	-	-	3	
1.9		ДМП 2000-1400 пр	2100x1500	1	-	-	1	
1.10		ДМП 1250-1060 две створки	1250x1060	1	1	-	2	
1.11		ДМП 2000-800 л	2100x900	1	-	-	1	
1.12		ДМП 2000-600 л	2100x700	1	-	-	1	
2 Двери из ПВХ внутренние								
2.1	ГОСТ 30970-2014	ДПВ Г Б Л 2000Х600	2100x700	7	11	-	18	Двери пластиковые в глухом исполнении, дверное полотно 800 мм, автоматические доводчики (цвет – белый), ручки нажимные, замок с вертушкой с внутренней стороны (не менее 3-х комплектов ключей), установить напольный ограничитель открывания.
2.2		ДПВ Г Б Пр 2000Х600		5	6	-	11	
2.3		ДПВ Г Б Л 2000Х800	2100x900	5	3	-	8	
2.4		ДПВ Г Б Пр 2000Х800		6	1	-	7	
2.5		ДПВ Г Б Пр 2000Х1000		2100x1100	1	-	-	
3 Двери деревянные внутренние								
3.1	ГОСТ 6629-88 (2002)	ДГ 21-10Л	2100x1000	8	12	-	20	Двери износостойкими, полнотелыми деревянными, оборудованы доводчиками (цвет – белый). Двери в видеомониторной с нажимным замком и доводчиком. Дверь поз.3.2* выполнить передаточное окно 800x900(ш) на высоте 1м от пола с порошником см. эскиз лист-28.
3.2		ДГ 21-10		6	13	-	19	
3.2*		ДГ 21-10		-	1	-	1	
3.3		ДО 21-16	2100x1600	-	1	-	1	
3.4		ДГ 21-11	2100x1100	2	-	-	2	
3.5		ДО 21-13Л	2100x1310	1	1	-	2	
3.6		ДО 21-13		2	1	-	3	
4 Двери из алюминиевого профиля наружные остекленные								
4.1	ГОСТ 23747-2014	ДАН О Л Бпр Р 2050x900	2100x1000	1	-	-	1	Утепленные остекленные, без порога. Оборудовать доводчиком и ограничителем открывания(упором). Оборудовать замком "антипаника". Цвет переплета RAL 5002 (синий)
4.2		ДАН О Л Бпр Р 2050x1000	2100x1100	1	-	-	1	
4.3		ДАН О Пр Бпр Р 2050x2500	2100x2600	4	-	-	4	
4.4		ДАН О Пр Бпр Р 2050x1300	2100x1400	2	1	-	3	
4.5		ДАН О Л Бпр Р 2050x1300		2	-	-	2	
5 Двери металлические наружные глухие								
5.1	Индивидуальная	Д Г Л 2000x800	2100x910	-	-	1	1	Утепленные, без порога. Оборудовать доводчиком и ограничителем открывания (упором). Оборудовать замком "антипаника". Цвет RAL 5002 (синий). 5.1, 5.2 Цвет RAL 1003 (желтый). Ручки "П-образной" формы хром.
5.2		Д Г Пр 2000x800		-	-	1	1	
5.3		Д Г Л 2000x1000	2100x1100	1	-	-	1	
5.4		Д Г Пр 2000x1000		4	-	-	4	
5.5		Д Г Л 2000x900	2100x1000	1	-	-	1	

Продолжение таблицы 1

Поз.	Обозначение	Наименование	Габариты проема (вхх)	Кол-во по этапам				Примечания	
				на опм. 0,000	на опм. +5,100	на опм. +11,560	Всего		
6 Разгрузочный док									
6.1	HORMANN	рулонные ворота 3000х2800	3000х2800	4	-	-	4	Промышленные секционные ворота с заполнением из вспененного полурепана SPU 67 Thermo: - двухсекционные ворота со стальными секциями с термическим разделением, толщина теплоизоляции секций 67мм, - окна секции тип А (равномерное разделение полей) - остекление из пластмассы тройное прозрачное, рама выполнена литьем под давлением, - оптика поверхности Stucco с обеих сторон, - цвет RAL 9006.	
6.2		герметизатор проема (докшелтер)		4	-	-	4		Герметизатор проема тип DS: - габариты 3350-3500(h), цвет черный.
6.3		перезгрузочный мост (доклебеллер)		4	-	-	4		Уровнительная платформа: - поворотная клиновидная опора типа S. - цвет RAL 5002.
7 Ворота									
7.1	HORMANN	рулонные ворота 2200х1500	2200х1500	4	-	-	4	Рулонные ворота SB. Профиль забвсы двухсекционный с заполнением из вспененного пенополиуретана Desofoam S цвет RAL 5002.	
7.2		рулонные ворота 2200х1000	2200х1000	2	-	-	2		
7.3		рулонные ворота 3500х4500	3500х4500	1	-	-	1		Ворота высокоскоростные, материал армированная ткань поливинилхлорид PVC, 3 части, средняя - прозрачная, верхняя и нижняя - RAL 7035 или 9006, толщина 2 мм. Скорость открывания-закрывания 1,5 - 0,8 м/с. Материал намотывающего бара - оцинкованная прецизионная труба. Максимальная ветровая нагрузка до 30 км/ч (наличие сквозняка). Привод с электромагнитным тормозом. Защита от наезда погрузчика - с каждой стороны (комплект 4 шт. на 1 проем): столбики h=80см, материал - оцинкованная или нержавеющая сталь. 2 шнур управления открыванием створки при движении на погрузчике - один со стороны торгового зала, другой со стороны склада, каждый шнур на расстоянии 1200 мм от плоскости проема (крепится на выносной консоли), каждый шнур справа от проема.  БЕЗ ПОРОГА.
7.4		рулонные ворота 2100х1500	2100х1500	1	-	-	1		
7.5		рулонные ворота 2800х2200 Тр-6	2800х2200	3	-	-	3		
7.6	Alutech	ворота откатные 2800х2200	2800х2200	1	-	-	1	Ворота откатные противопожарные. Полотно из сэндвич-панелей с заполнением минеральной ватой толщина 60мм. Предел огнестойкости EI 60.	
7.7	Alutech	рулонные ворота 2800х2200	2800х2200	1	-	-	1	Ворота рулонные противопожарные. Полотно из стальных профилей 1.0мм с заполнением огнестойкой минеральной ватой толщина полотна 48мм. Предел огнестойкости EI 60.	



## Окончание таблицы 1

Поз.	Обозначение	Наименование	Габариты проема (ВхШ)	Кол-во по этажам				Примечания
				на этаж 0,000	на этаж +5,100	на этаж +11,560	Всего	
8 Двери технологические металлические.								
8.1	ООО "ПФ ЗТС"	ДМП 2000-900	2100х1000	-	2	-	2	Металлическая двухстворчатая, цвет дверного полотна – белый. Оборудовать – смотровым глазком, – охранной сигнализацией, – контрольными устройствами и двумя врезными замками, установленными на расстоянии не менее 300 мм друг от друга, закрывающимися с двух сторон, – задвижкой (засовом) и цепочкой с внутренней стороны (отбечающие требования Отдела вневедомственной охраны МВД РФ для кассовых помещений), – доводчиком, металлическими ограничителями открывания дверей
8.2		дверь решетка 2000х900	2100х1000	-	2	-	2	Металлическая решетчатая дверь, изготавливается из стального прутка диаметром не менее 16 мм, образующего ячейку не более 150х150 мм и свариваемого в каждом пересечении, запирающейся на стальной засов и навесной замок с помощью ушек.
9 Двери технологические.								
9.1	"Ирбис"	МДО(Ф) 1000х2100/40	2100х1000	18	1	-	19	Распашные маятниковые двери см. эскиз. Материал сборки- сэндвич-панель (полистироловый пенопласт и ударопрочный пластик), толщина дверного полотна 40 мм. Основа сборки, форма окна – обал. Каркас – специальный алюминиевый профиль. Цвет – белый. Отбойник шириной 1000(н) мм в нижней части сборки, с обеих сторон сборки. Материал отбойника – черная резина. Возможность фиксации на 90°, открытие в обе стороны. БЕЗ ПОРОГА. Установку двери в помещении 14.0.2 производить после заноса кооперационной машины
9.2		МДО(Ф) 1100х2100/40	2100х1100	1	-	-	1	
9.3		МДД(Ф) 1500х2100/40	2100х1500	3	-	-	3	
9.4		МДД(Ф) 1300х2100/40	2100х1300	6	-	-	6	
9.5	Индивидуальная	ПЗ-2 2200х1100	2100х1000	4	1	-	5	Забега из прозрачной стандартной ПВХ пленки, ширина полос 200мм, толщина 2 мм. Перекрывание 50 мм. Крепление выстрельное.
9.6		ПЗ-3 3400х1600	3300х1500	1	-	-	1	

Таблица 2 – Спецификация элементов заполнения оконных проемов

Поз.	Обозначение	Наименование	Габариты проема (ВхШ)	Кол-во по фасадам			Всего	Примеч.
				Фасад А-Ш	Фасад В-З/1	Фасад Ш-Р		
ОК-1	Индивидуальный заказ	ОБ (СПД 4М1-8-4М1-8-4М1) 150-960-60	1200х1000	2	5	1	8	пл.3
ОК-2		ОБ (СПД 4М1-8-4М1-8-4М1) 150-2010-60	1200х2050	-	9	11	20	пл.3
ОК-3		ОБ (СПД 4М1-8-4М1-8-4М1) 150-1360-60	1200х1400	-	4	-	4	пл.4 правое
ОК-4		ОБ (СПД 4М1-8-4М1-8-4М1) 150-1360-60	1200х1400	-	4	-	4	пл.4 левое
ОК-5		ОБ (СПД 4М1-8-4М1-8-4М1) 1760-2160-60	1800х2200	-	1	-	1	пл.3
ОК-6	ТУ-5271-020-30737287-2014	ОБ (4М13ш) 1360-2350-60	1400х2400	-	-	1	1	пл.1
ОК-7	ГОСТ Р 50941-96	Узел передаточный пулестойкий	800х1000	-	-	-	1	пл.2
ОК-8	Индивидуальный заказ	ОБ (СПД 4М1-8-4М1) 950-960-50	1000х1000	-	-	-	1	
ОК-9		ОБ (СПД 4М1-8-4М1) 450-660-50	500х700	-	-	-	1	
ПВ-1	ГОСТ 30673-99	ПД ПВХ ПП - 1400х300		-	8	-	8	
ПВ-2		ПД ПВХ ПП - 1200х400		-	-	-	2	
ПВ-3		ПД ПВХ ПП - 1700х400		-	-	-	1	
ПВ-4		ПД ПВХ ПП - 1500х400		-	-	-	1	
ПВ-5		ПД ПВХ ПП - 700х400		-	-	-	1	
ПВ-6		ПД ПВХ ПП - 700х300		-	-	-	1	
Непрозрачное заполнение оконных проемов								
Р-2	Индивидуальный заказ	Рулонная завеса 800(н)х1200	800х1200	-	-	-	2	
Р-3		Рулонная завеса 1000(н)х1700	1000х1700	-	-	-	1	
Р-4		Рулонная завеса 1200(н)х1300	1200х1300	-	1	-	1	пл.5
Р-5		Рулонная завеса 1000(н)х1500	1000х1500	-	-	-	1	
Р-6		Рулонная завеса 1000(н)х700	1000х700	-	-	-	1	

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

### Теплотехнический расчет стены

#### 1. Введение:

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

#### 2. Исходные данные:

Район строительства: Красноярск

Относительная влажность воздуха:  $\phi_{\text{в}}=55\%$

Тип здания или помещения: Общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

Вид ограждающей конструкции: Наружные стены

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$

#### 3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания  $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\phi_{\text{int}}=55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $Ro^{\text{TP}}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$Ro^{\text{mp}} = a \cdot GCOП + b$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида- наружные стены и типа здания -общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов  $a=0.0003; b=1.2$

Определим градусо-сутки отопительного периода ГСОП,  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$\text{ГСОП} = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) z_{\text{от}}$$

где  $t_{\text{в}}$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$   
 $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  принимаемые по таблице 1 СП 131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$  для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов  
 $t_{\text{ов}} = -6.7^{\circ}\text{C}$

$z_{от}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$z_{от}=233 \text{ сут.}$$

Тогда

$$ГСОП=(20-(-6.7))233=6221.1 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи  $R_o^{тр}$  ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ).

$$R_o^{норм}=0.0003\cdot6221.1+1.2=3.07\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Красноярск относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

1.Плиты минераловатные ГОСТ 22950, толщина  $\delta_1=0.15\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{A1}=0.046\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_o^{усл}$ , ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_o^{усл}=1/\alpha_{int}+\delta_n/\lambda_n+1/\alpha_{ext}$$

где  $\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ , принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{int}=8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

$\alpha_{ext}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{ext}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для наружных стен.

$$R_o^{усл}=1/8.7+0.15/0.046+1/23$$

$$R_o^{усл}=3.42\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$



Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r$$

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}} = 3.42 \cdot 0.92 = 3.15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$  больше требуемого  $R_0^{\text{норм}}$  ( $3.15 > 3.07$ ) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

## ПРИЛОЖЕНИЕ В

### Теплотехнический расчет покрытия

#### 1. Введение:

Расчет произведен в соответствии с требованиями следующих нормативных документов:

СП 50.13330.2012 Тепловая защита зданий.

СП 131.13330.2012 Строительная климатология.

СП 23-101-2004 Проектирование тепловой защиты зданий

#### 2. Исходные данные:

Район строительства: Красноярск

Относительная влажность воздуха:  $\phi_{\text{в}}=55\%$

Тип здания или помещения: Общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

Вид ограждающей конструкции: Покрытия

Расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания:  $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$

#### 3. Расчет:

Согласно таблицы 1 СП 50.13330.2012 при температуре внутреннего воздуха здания  $t_{\text{int}}=20^{\circ}\text{C}$  и относительной влажности воздуха  $\phi_{\text{int}}=55\%$  влажностный режим помещения устанавливается, как нормальный.

Определим базовое значение требуемого сопротивления теплопередаче  $Ro^{\text{тр}}$  исходя из нормативных требований к приведенному сопротивлению теплопередаче (п. 5.2) СП 50.13330.2012) согласно формуле:

$$Ro^{\text{мп}} = a \cdot GCOП + b$$

где  $a$  и  $b$  - коэффициенты, значения которых следует приниматься по данным таблицы 3 СП 50.13330.2012 для соответствующих групп зданий.

Так для ограждающей конструкции вида - покрытия и типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов  $a=0.0004$ ;  $b=1.6$

Определим градусо-сутки отопительного периода  $GCOП$ ,  $^{\circ}\text{C} \cdot \text{сут}$  по формуле (5.2) СП 50.13330.2012

$$GCOП = (t_{\text{в}} - t_{\text{от}}) Z_{\text{от}}$$

где  $t_{\text{в}}$  - расчетная средняя температура внутреннего воздуха здания,  $^{\circ}\text{C}$   
 $t_{\text{в}}=20^{\circ}\text{C}$

$t_{\text{от}}$  - средняя температура наружного воздуха,  $^{\circ}\text{C}$  принимаемые по таблице 1 СП 131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более  $8^{\circ}\text{C}$  для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$t_{\text{ов}} = -6.7^{\circ}\text{C}$$

$z_{от}$ -продолжительность, сут, отопительного периода принимаемые по таблице 1 СП131.13330.2012 для периода со средней суточной температурой наружного воздуха не более 8 °С для типа здания - общественные, кроме жилых, лечебно-профилактических и детских учреждений, школ, интернатов

$$z_{от}=233 \text{ сут.}$$

Тогда

$$ГСОП=(20-(-6.7))233=6221.1 \text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{сут}$$

По формуле в таблице 3 СП 50.13330.2012 определяем базовое значение требуемого сопротивления теплопередачи  $R_o^{тр}$  ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ).

$$R_o^{норм}=0.0004\cdot6221.1+1.6=4.09\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Поскольку населенный пункт Красноярск относится к зоне влажности - сухой, при этом влажностный режим помещения - нормальный, то в соответствии с таблицей 2 СП50.13330.2012 теплотехнические характеристики материалов ограждающих конструкций будут приняты, как для условий эксплуатации А.

1. Плиты минераловатные ГОСТ 22950, толщина  $\delta_1=0.2\text{м}$ , коэффициент теплопроводности  $\lambda_{A1}=0.046\text{Вт}/(\text{м}^{\circ}\text{C})$

Условное сопротивление теплопередаче  $R_o^{усл}$ , ( $\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$ ) определим по формуле Е.6 СП 50.13330.2012:

$$R_o^{усл}=1/\alpha_{int}+\delta_n/\lambda_n+1/\alpha_{ext}$$

где  $\alpha_{int}$  - коэффициент теплоотдачи внутренней поверхности ограждающих конструкций,  $\text{Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$ , принимаемый по таблице 4 СП 50.13330.2012

$$\alpha_{int}=8.7 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$$

$\alpha_{ext}$  - коэффициент теплоотдачи наружной поверхности ограждающей конструкций для условий холодного периода, принимаемый по таблице 6 СП 50.13330.2012

$\alpha_{ext}=23 \text{ Вт}/(\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C})$  -согласно п.1 таблицы 6 СП 50.13330.2012 для покрытий.

$$R_o^{усл}=1/8.7+0.2/0.046+1/23$$

$$R_o^{усл}=4.51\text{м}^2\cdot^{\circ}\text{C}/\text{Вт}$$

Приведенное сопротивление теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$ , ( $\text{м}^2\text{°C/Вт}$ ) определим по формуле 11 СП 23-101-2004:

$$R_0^{\text{пр}} = R_0^{\text{усл}} \cdot r$$

$r$ -коэффициент теплотехнической однородности ограждающей конструкции, учитывающий влияние стыков, откосов проемов, обрамляющих ребер, гибких связей и других теплопроводных включений

$$r = 0.92$$

Тогда

$$R_0^{\text{пр}} = 4.51 \cdot 0.92 = 4.15 \text{ м}^2 \cdot \text{°C/Вт}$$

Вывод: величина приведённого сопротивления теплопередаче  $R_0^{\text{пр}}$  больше требуемого  $R_0^{\text{норм}}$  ( $4.15 > 4.09$ ) следовательно представленная ограждающая конструкция соответствует требованиям по теплопередаче.

# **ПРИЛОЖЕНИЕ Г** **Результаты расчета стропильной фермы в ПК SCAD**

**Таблица 1 – Результаты расчета стропильной фермы**

Единицы измерения усилий: кН  
Единицы измерения напряжений: кН/м\*\*2  
Единицы измерения моментов: кН\*м  
Единицы измерения распределенных моментов: кН\*м/м  
Единицы измерения распределенных перерезывающих сил: кН/м  
Единицы измерения перемещений поверхностей в элементах: м

Расчетные значения.  
Разработан SCAD Soft  
26.06.2017 21:48:07

	NONAME										22.0001
	основная схема										
	У С И Л И Я /НАПРЯЖЕНИЯ/ В ЭЛЕМЕНТАХ										
005_	2-1 3 4	2-2 3 4	2-3 3 4	3-1 4 5	3-2 4 5	3-3 4 5	4-1 5 6	4-2 5 6	4-3 5 6	5-1 6 7	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	27.6612	27.6612	27.6612	-84.4648	-84.4648	-84.4648	81.2658	81.2658	81.2658	-139.024	
005_	5-2 6 7	5-3 6 7	6-1 7 8	6-2 7 8	6-3 7 8	7-1 8 9	7-2 8 9	7-3 8 9	8-1 2 10	8-2 2 10	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	-139.024	-139.024	133.789	133.789	133.789	-194.477	-194.477	-194.477	29.6023	29.6023	
005_	8-3 2 10	9-1 9 1	9-2 9 1	9-3 9 1	10-1 2 3	10-2 2 3	10-3 2 3	13-1 12 13	13-2 12 13	13-3 12 13	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	29.6023	184.614	184.614	184.614	-24.398	-24.398	-24.398	27.6639	27.6639	27.6639	
005_	14-1 13 14	14-2 13 14	14-3 13 14	15-1 14 15	15-2 14 15	15-3 14 15	16-1 15 16	16-2 15 16	16-3 15 16	17-1 16 17	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	-84.4653	-84.4653	-84.4653	81.265	81.265	81.265	-139.022	-139.022	-139.022	133.788	
005_	17-2 16 17	17-3 16 17	18-1 17 18	18-2 17 18	18-3 17 18	19-1 18 11	19-2 18 11	19-3 18 11	20-1 2 12	20-2 2 12	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	133.788	133.788	-194.476	-194.476	-194.476	184.613	184.613	184.613	-24.4245	-24.4245	
005_	20-3 2 12	22-1 1 8	22-2 1 8	22-3 1 8	23-1 8 6	23-2 8 6	23-3 8 6	24-1 6 4	24-2 6 4	24-3 6 4	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	-24.4245	-121.778	-121.778	-121.778	-342.852	-342.852	-342.852	-491.011	-491.011	-491.011	
My		0.63917	1.27834	1.27834	2.44832	3.61831	3.61831	3.61831	3.8389	4.05949	
Qz		0.44044	0.44044	0.44044	0.77963	0.77963	0.77963	0.14699	0.14699	0.14699	
005_	25-1 4 2	25-2 4 2	25-3 4 2	26-1 2 13	26-2 2 13	26-3 2 13	27-1 2 15	27-2 2 15	27-3 2 15	28-1 2 17	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	-566.152	-566.152	-566.152	-566.151	-566.151	-566.151	-491.008	-491.008	-491.008	-342.851	
My	4.05949	4.06287	4.06624	4.06624	4.06263	4.05901	4.05901	3.8387	3.61839	3.61839	
Qz	.00225	.00225	.00225	-.00241	-.00241	-.00241	-0.1468	-0.1468	-0.1468	-0.77967	
005_	28-2 15 17	28-3 15 17	29-1 17 11	29-2 17 11	29-3 17 11	30-1 9 7	30-2 9 7	30-3 9 7	31-1 7 5	31-2 7 5	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	-342.851	-342.851	-121.777	-121.777	-121.777	251.1	251.1	251.1	435.302	435.302	
My	2.44836	1.27832	1.27832	0.63916			1.62579	3.25158	3.25158	3.59244	
Qz	-0.77967	-0.77967	-0.44043	-0.44043	-0.44043	1.08337	1.08337	1.08337	0.22714	0.22714	
005_	31-3 7 5	32-1 5 3	32-2 5 3	32-3 5 3	33-1 3 10	33-2 3 10	33-3 3 10	34-1 3 12	34-2 10 12	34-3 10 12	
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	435.302	547.203	547.203	547.203	582.295	582.295	582.295	582.315	582.315	582.315	
My	3.93331	3.93331	3.47441	3.01551	3.01551	5.01837	7.02124	7.02124	5.01739	3.01355	
Qz	0.22714	-0.30579	-0.30579	-0.30579	2.66928	2.66928	2.66928	-2.6737	-2.6737	-2.6737	
005_	35-1 12 14	35-2 12 14	35-3 12 14	36-1 14 16	36-2 14 16	36-3 14 16	37-1 16 18	37-2 16 18	37-3 16 18		
C1 - "(L1)*1+(L2)*1"											
N	547.2	547.2	547.2	435.3	435.3	435.3	251.099	251.099	251.099		
My	3.01355	3.47365	3.93374	3.93374	3.5926	3.25146	3.25146	1.62573			
Qz	0.30659	0.30659	0.30659	-0.22732	-0.22732	-0.22732	-1.08333	-1.08333	-1.08333		

Таблица 2 – Максимальные усилия в элементах стропильной фермы

Разработан SCAD Soft  
26.06.2017 21:48:07

NONAME

основная схема

МАКСИМАЛЬНЫЕ УСИЛИЯ /НАПРЯЖЕНИЯ/ В ЭЛЕМЕНТАХ  
РАСЧЕТНОЙ СХЕМЫ

Имя	max +				max -			
	Величина	Элем.	Сеч.	Нагр.	Величина	Элем.	Сеч.	Нагр.
N	582.315	34	1	1	-566.15	25	1	1
My	7.02124	34	1	1				
Qz	2.66928	33	1	1	-2.6737	34	1	1

§

Разработан SCAD Soft  
26.06.2017 21:48:07

NONAME

основная схема

22.0003

МАКСИМАЛЬНЫЕ УСИЛИЯ /НАПРЯЖЕНИЯ/ В ЭЛЕМЕНТАХ  
ПРОИЗВЕДЕННОЙ ВЫБОРКИ

Имя	max +				max -			
	Величина	Элем.	Сеч.	Нагр.	Величина	Элем.	Сеч.	Нагр.
N	582.315	34	1	1	-566.15	25	1	1
My	7.02124	34	1	1				
Qz	2.66928	33	1	1	-2.6737	34	1	1

§

На рисунке 1 представлена эпюра продольных сил N от комбинации постоянной и снеговой нагрузок.

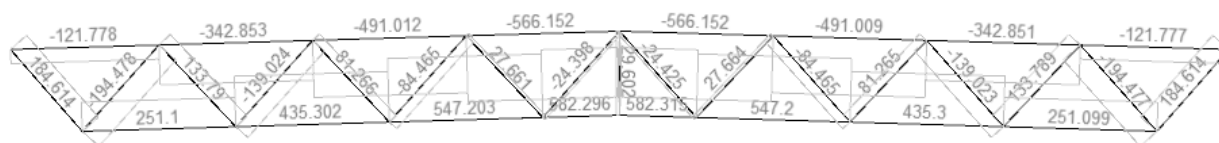


Рисунок 1 – Эпюра продольных сил N



## ПРИЛОЖЕНИЕ Д

### Результат подбора сечений в ПК SCAD

#### Оглавление

1. Конструктивная группа Опорный раскос	102
2. Конструктивная группа Раскосы	111
3. Конструктивная группа Стойка	111
4. Конструктивная группа Верхний пояс	118
5. Конструктивная группа Нижний пояс	123

#### Конструктивная группа Опорный раскос. Элемент № 9

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.125 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.125 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.562
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.681
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.136
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.136

**Коэффициент использования 0.681 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

#### Конструктивная группа Опорный раскос. Элемент № 19

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.125 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.125 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.562
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.681
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.136
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.136

**Коэффициент использования 0.681 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 2

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.033
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.041
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.102
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14

**Коэффициент использования 0.14 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 3

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.311
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.382
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.382
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.382
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.311
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.275

**Коэффициент использования 0.382 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)**

**Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 4**

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.164
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.3
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14

**Коэффициент использования 0.3 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

**Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 5**

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.513
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.628
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) )	0.628
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.628
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.513
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.275

**Коэффициент использования 0.628 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)**

#### **Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 6**

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.346
п.5.1	Прочность при центральном	0.493

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	сжатии/растяжении	
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14

**Коэффициент использования 0.493 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

#### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 7

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.717
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.879
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.879
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.879
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.717
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.275

**Коэффициент использования 0.879 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)**

#### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 10

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.255 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.255 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.09
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.11
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.11
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.11
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.09
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.274
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.274

**Коэффициент использования 0.274 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 13**

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.033
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.041
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.102
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14



**Коэффициент использования 0.14 - Предельная гибкость в плоскости XOY****Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 14****Сталь: C245**

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.311
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.382
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.382
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.382
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.311
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.275

**Коэффициент использования 0.382 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)****Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 15****Сталь: C245**

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.164
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.3
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.14

**Коэффициент использования 0.3 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 16

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.513
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.628
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.628
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.628
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.513
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.275

**Коэффициент использования 0.628 - Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)**

### Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 17

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.19 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1  
 Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1  
 Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.19 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.346
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.493
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.14
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.14

**Коэффициент использования 0.493 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

**Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 18**

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.256 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.256 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.717
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0.879
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0.879
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.879
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.717
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.275
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.275

**Коэффициент использования 0.879 - Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях**

**Конструктивная группа Раскосы. Элемент № 20**

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.255 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.255 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 100х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.09
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.11
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.11
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.11
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.09
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.274
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.274

**Коэффициент использования 0.274 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Стойка. Элемент № 8**

**Сталь: С245**

Длина элемента 1.64 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 210

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1.64 м

**Сечение**

Профиль: Квадратные трубы по ГОСТ 12336-66 63х3

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии	0.077

	продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.073
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.181
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.17
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.17

**Коэффициент использования 0.181 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

**Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 22**

**Сталь: С245**

Длина элемента 2.902 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.902 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.031
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.002
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.184
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.181
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) )	0.173
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.193
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.181
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.208
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.153
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.024
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.286

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.236

**Коэффициент использования 0.286 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

**Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 23**

**Сталь: С245**

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.087
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.003
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.517
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.514
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) )	0.49
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.547
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.598
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.069
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.296
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.244

**Коэффициент использования 0.598 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

**Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 24**

**Сталь: С245**

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180



Предельная гибкость для растянутых элементов: 400  
 Коэффициент условий работы 1  
 Коэффициент надежности по ответственности 1  
 Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1  
 Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1  
 Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

#### Сечение

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.098
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.001
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.714
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOY$ ( $XOU$ )	0.736
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости $XOZ$ ( $XOV$ )	0.702
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.76
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.835
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.077
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.296
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.244

**Коэффициент использования 0.835 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

#### Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 25

**Сталь:** С245

Длина элемента 3 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5
---

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.098
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1.007 \cdot 10^{-005}$
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.808
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.849
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.809
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.861
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.95
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.077
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.296
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.244

**Коэффициент использования 0.95 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

**Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 26**

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5
---

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.098
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	$1.079 \cdot 10^{-005}$
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов	0.808

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	без учета пластики	
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.849
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) )	0.809
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.861
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.95
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.077
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.296
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.244

**Коэффициент использования 0.95 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

#### **Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 27**

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками закрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.098
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.001
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.714
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.736
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV) )	0.702
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.76
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.835

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.077
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.296
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.244

**Коэффициент использования 0.835 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

### Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 28

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.087
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.003
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.517
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.514
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.49
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.547
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.598
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.069
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.296

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.244

**Коэффициент использования 0.598 - Устойчивость из плоскости действия момента  $M_y$  при внецентренном сжатии**

### Конструктивная группа Верхний пояс. Элемент № 29

**Сталь:** С245

Длина элемента 2.902 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 2.902 м

### Сечение

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 180x140x5.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.031
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.002
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов без учета пластики	0.184
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOY (XOU)	0.181
п.5.3	Устойчивость при сжатии в плоскости XOZ (XOV)	0.173
п.5.27	Устойчивость в плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.193
п. 5.34	Устойчивость при сжатии с изгибом в двух плоскостях	0.181
пп.5.30-5.32	Устойчивость из плоскости действия момента $M_y$ при внецентренном сжатии	0.208
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.153
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.024
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.286
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.236

**Коэффициент использования 0.286 - Предельная гибкость в плоскости XOY**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 30

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200х120х4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.09
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.005
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.312
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.381
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.072
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.101

**Коэффициент использования 0.381 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 31

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200х120х4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего	0.109



Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	момента $M_y$	
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.001
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.629
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.088
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.101

**Коэффициент использования 0.629 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 32

**Сталь:** С245

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.109
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.002
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.849
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.088
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.101

**Коэффициент использования 0.849 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 33

**Сталь:** С245

Длина элемента 1.501 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1.501 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.195
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.013
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.995
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.156
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.075
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.051

**Коэффициент использования 0.995 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 34

**Сталь:** С245

Длина элемента 1.499 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 1.499 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.195

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.013
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.995
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.156
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.075
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.051

**Коэффициент использования 0.995 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 35

**Сталь: С245**

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.109
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.002
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.849
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.088
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.101

**Коэффициент использования 0.849 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

### Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 36

**Сталь: С245**

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.109
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.001
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики	0.629
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.088
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOY$	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости $XOZ$	0.101

**Коэффициент использования 0.629 - Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов с учетом пластики**

**Конструктивная группа Нижний пояс. Элемент № 37**

**Сталь: С245**

Длина элемента 3.001 м

Предельная гибкость для сжатых элементов: 180

Предельная гибкость для растянутых элементов: 400

Коэффициент условий работы 1

Коэффициент надежности по ответственности 1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OZ_1$  1

Коэффициент расчетной длины в плоскости  $X_1OY_1$  1

Расстояние между точками раскрепления из плоскости изгиба 3.001 м

**Сечение**

Профиль: Прямоугольные трубы по ГОСТ Р 54157-2010 200x120x4.5

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
п.5.12	Прочность при действии изгибающего момента $M_y$	0.09
пп.5.12,5.18	Прочность при действии поперечной силы $Q_z$	0.005
пп.5.24,5.25	Прочность при совместном действии продольной силы и изгибающих моментов	0.312

Результаты расчета	Проверка	Коэффициент использования
	с учетом пластики	
п.5.1	Прочность при центральном сжатии/растяжении	0.381
п. 5.14*	Прочность по приведенным напряжениям при одновременном действии изгибающего момента и поперечной силы	0.072
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOY	0.15
пп.6.15,6.16	Предельная гибкость в плоскости XOZ	0.101

**Коэффициент использования 0.381 - Прочность при центральном сжатии/растяжении**

Отчет сформирован программой **SCAD++ (64-бит)**, версия: **21.1.1.1** от **24.07.2015**

# ПРИЛОЖЕНИЕ Е

## Локальный сметный расчет на монтаж ограждающих конструкций

Гранд-СМЕТА

СОГЛАСОВАНО:

УТВЕРЖДАЮ:

\_\_\_\_\_ 2017 г.

\_\_\_\_\_ 2017 г.

гипермаркет "Лента" в Свердловском районе г. Красноярск  
(наименование строки)

### ЛОКАЛЬНЫЙ СМЕТНЫЙ РАСЧЕТ № \_\_\_\_\_ (локальная смета)

на монтаж ограждающих конструкций

(наименование работ и затрат, наименование объекта)

Основание:

Сметная стоимость строительных работ \_\_\_\_\_ 13658,785 тыс. руб.

Средства на оплату труда \_\_\_\_\_ 57,281 тыс. руб.

Сметная трудоемкость \_\_\_\_\_ 5606,24 чел.час

Составлен(а) в текущих (прогнозных) ценах по состоянию на \_\_\_\_\_ кв. 2017г.

№ пп	Шифр и номер позиции норматива	Наименование работ и затрат, единица измерения	Количество	Стоимость единицы, руб.			Общая стоимость, руб.				Затраты труда рабочих, чел.-ч, не занятых обслуживанием	
				всего	эксплуатационные материалы	материалы	Всего	оплаты труда	эксплуатационные материалы	материалы	на единицу	всего
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Раздел 1. Ограждающие конструкции</b>												
1	ФЕР09-04-006-04	Монтаж ограждающих конструкций стен: из многослойных панелей заводской готовности при высоте здания до 50 м (учебный пример) (100 м2) <small>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39</small>	29.74	7211,33 1600,26	5177,83 443,45	433.34	214464.95	47591.73	153988,66 13188,20	12884.56	170.34	5052.94
2	Прайс	Конструкции стальные нащельников и деталей обрамления (Т) <small>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39</small>	0.413	44723.74		44723.74	18470.9			18470.9		
3	Прайс	Панели многослойные стеновые с обшивкой из профильного настила 150мм (м2) <small>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39</small>	2973.6	267.2		267.2	794545.92			794545.92		
4	ФЕР09-04-002-03	Монтаж кровельного покрытия из: многослойных панелей заводской готовности при высоте до 50 м (учебный пример) (100 м2 покрытия) <small>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39</small>	12.02	2047,8 409,96	1485,83 130,91	152.01	24614.56	4927.72	17859,68 1573,54	1827.16	45.2	543.3
5	Прайс	Панели многослойные кровельные с обшивкой из профильного настила 150 (м2) <small>ИНДЕКС К ПОЗИЦИИ(справочно): 1 Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39</small>	1202	263.18		263.18	316342.36			316342.36		
<b>ИТОГИ В БАЗИСНЫХ ЦЕНАХ</b>												
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.							1368438.69	52519.45	171848,34 14761,74	1144070.9		5605.24
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по разделу 1 Ограждающие конструкции :</b>												
Строительные металлические конструкции							1486180.77					5605.24
Итого							1486180.77					5605.24
В том числе:												
Материалы							1144070.9					
Машины и механизмы							171848.34					
ФОТ							67281.19					
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по разделу 1 Ограждающие конструкции</b>							<b>1486180.77</b>					<b>5605.24</b>
<b>ИТОГИ С УЧЕТОМ ИНДЕКСОВ ПЕРЕСЧЕТА</b>												
Итого прямые затраты по разделу в ценах 2001г.							1368438.69	52519.45	171848,34 14761,74	1144070.9		5605.24
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по разделу 1 Ограждающие конструкции :</b>												
Строительные металлические конструкции							1486180.77					5605.24
Итого							1486180.77					5605.24
Всего с учетом "Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39"							10982875.9					5605.24
Справочно, в ценах 2001г.:												
Материалы							1144070.9					
Машины и механизмы							171848.34					
ФОТ							67281.19					
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по разделу 1 Ограждающие конструкции</b>							<b>10982875.9</b>					<b>5605.24</b>

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>ИТОГИ ПО СМЕТЕ:</b>												
<b>ИТОГИ В БАЗИСНЫХ ЦЕНАХ</b>												
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.							1368438.69	52519.46	171848.34	1144070.9		5606.24
Накладные расходы							60553.07		14761.74			
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по смете:</b>												
Строительные металлические конструкции							1486180.77					5606.24
<b>Итого</b>							1486180.77					5606.24
В том числе:												
Материалы							1144070.9					
Машины и механизмы							171848.34					
ФОТ							67281.19					
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
Временные здания и сооружения 1,6%							26751.25					
<b>Итого</b>							1612832.02					
Производство работ в зимнее время 1,5%							22593.98					
<b>Итого</b>							1636826					
Непредвиденные затраты 2%							30712.52					
<b>Итого с непредвиденными</b>							1688338.62					
НДС 18%							281940.93					
<b>ВСЕГО по смете</b>							1848279.46					6806.24
<b>ИТОГИ С УЧЕТОМ ИНДЕКСОВ ПЕРЕСЧЕТА</b>												
Итого прямые затраты по смете в ценах 2001г.							1368438.69	52519.46	171848.34	1144070.9		5606.24
Накладные расходы							60553.07		14761.74			
Сметная прибыль							57189.01					
<b>Итого по смете:</b>												
Строительные металлические конструкции							1486180.77					5606.24
<b>Итого</b>							1486180.77					5606.24
Всего с учетом "Индекс изменения стоимости на 1 кв. 2017 СМР=7,39"							10982875.9					5606.24
Справочно, в ценах 2001г.:												
Материалы							1144070.9					
Машины и механизмы							171848.34					
ФОТ							67281.19					
Накладные расходы							60553.07					
Сметная прибыль							57189.01					
Временные здания и сооружения 1,6%							197691.77					
<b>Итого</b>							11180687.7					
Производство работ в зимнее время 1,5%							167708.51					
<b>Итого</b>							11348278.2					
Непредвиденные затраты 2%							226966.52					
<b>Итого с непредвиденными</b>							11675241.7					
НДС 18%							2083543.5					
<b>ВСЕГО по смете</b>							13868786.2					6806.24